This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

541.3
B499

LELAND·STANFORD·JVNIOR·VNIVERSITY

TRAITÉ

DES

AFFINITÉS CHYMIQUES,

OU

ATTRACTIONS ÉLECTIVES;

Traduit du Latin, ſur la derniere Édition de BERGMAN.

Augmenté d'un Supplément & de Notes.

Avec des Planches.

A PARIS,

Chez BUISSON, Libraire, Hôtel de Meſgrigny, rue des Poitevins, N°. 13.

1788.

Avec Approbation & Permiſſion.

300756

AVERTISSEMENT.

EN faiſant paſſer dans notre Langue une traduction de la Diſſertation du célèbre Bergman ſur les Affinités, l'on n'a pas cru pouvoir ſe diſpenſer de donner une idée de la théorie que les Chymiſtes François ont ſubſtituée à celle de cet illuſtre Profeſſeur. C'eſt dans les Mémoires de MM. Lavoiſier, Monge, Cawendish, Berthollet, de Fourcroy, &c. que l'on trouvera les faits & les raiſonnemens ſur leſquels elle eſt établie. Le Traducteur a tâché d'en extraire les plus frappans, afin de mettre le Lecteur à portée de ſe décider pour l'une ou pour l'autre théorie. Le plus ſouvent il n'a rien changé à leurs expreſſions; & s'il s'eſt permis de tems en tems quelques réflexions, la différence du ſtyle indiquera ſûrement les endroits où il n'a pas été copiſte.

La Chymie faiſant tous les jours de nouvelles découvertes, l'on ne ſera pas ſurpris ſi la Table des Affinités a exigé quelques corrections; mais pour laiſſer l'Ouvrage de Bergman tel qu'il l'a donné lui-même, on a renvoyé au Supplément, aux Notes, & à trois nouveaux Tableaux, tout ce que les Chymiſtes modernes ont découvert, ſans oſer rien toucher, ni à la diſſertation ni aux Tables qu'il

a publiées. Le Traducteur, qui a emprunté la plupart des Additions de la premiere partie du Dictionnaire de Chymie de M. de Morveau, & qui a profité de quelques Notes du Traducteur Anglois de Bergman, n'a pas mis dans les Tableaux tous les nouveaux acides, parce que l'on ne connoît pas encore exactement leurs affinités; & pour ne pas induire en erreur, il a eu ſoin de mettre un point d'interrogation à tous les articles qui ſont nouveaux ou encore douteux.

Quant à la nomenclature, l'on s'eſt ſervi indifféremment de l'ancienne, de celle de Bergman & de celle de M. de Morveau. L'on auroit été flatté d'en employer une qui fût plus uniforme; mais l'Ouvrage étoit ſur ſa fin, lorſque celle de MM. Lavoiſier, de Morveau, Berthollet & de Fourcroy a paru. Il en eſt de même des faits que M. Kirwan vient de publier, pour ſoutenir ſon opinion ſur l'exiſtence du phlogiſtique; quoique ſon Ouvrage ne nous ait pas paru infirmer en rien la théorie moderne, il eut été poſſible de répondre à la plupart de ſes objections, & d'expliquer les faits, ſi l'on n'avoit craint de rendre les Notes plus conſidérables que le Texte.

TABLE.

§. PREMIER. *Les attractions éloignées & les attractions prochaines, paroiſſent différer entr'elles.* p. 1

II. *Attractions électives ſimples.* 5

III. *L'ordre des attractions eſt-il conſtant.* 8

IV. *La différence de chaleur change ſouvent les attractions électives.* 12

V. *Irrégularités apparentes, occaſionnées par une attraction double.* 15

VI. *Irrégularités apparentes cauſées par le changement qui arrive ſucceſſivement aux ſubſtances.* 24

VII. *Anomalies apparentes, par la ſolubilité.* 30

VIII. *Anomalies par la combinaiſon de trois ſubſtances.* 36

IX. *Irrégularités produites par un excès déterminé de l'un ou de l'autre des principes prochains.* 39

X. *Manière de déterminer les attrations électives ſimples.* 52

XI. *Néceſſité d'une nouvelle Table des attractions.* 56

XII. *Premiere colonne, l'acide vitriolique.* 62

XIII. *Deuxième colonne, l'acide vitriolique phlogiſtiqué.* 74

XIV. *Troiſième colonne, l'acide nitreux.* 78

XV. *Quatrième colonne, l'acide nitreux phlogiſtiqué.* 81

XVI. *Cinquième colonne, l'acide marin (muriatique.)* 85

XVII. *Sixième colonne, l'acide marin déphlogiſtiqué.* 88

XVIII. *Septième colonne, l'eau régale.* 93

XIX. *Huitième colonne, l'acide ſpathique, fluorique, ou du fluor minéral.* 95

XX. *Neuvième colonne, l'acide arſenical.* 99

XXI. *Dixième colonne, l'acide ſédatif.* (boracin.) 102

XXII. *Onzième colonne, l'acide du ſucre.* (ſaccharin.) 104

XXIII. *Douzième colonne, l'acide du tartre.* (tartareux.) 108

XXIV. *Treizième colonne, l'acide d'oseille.* (oxalin.) 113
XXV. *Quatorzième colonne, l'acide du citron.* (citronien.) 116
XXVI. *Quinzième colonne, l'acide du benjoin.* (benzoïque.) 118
XXVII. *Seizième colonne, l'acide du succin.* (karabique.) 120
XXVIII. *Dix-septième colonne, l'acide du sucre de lait.* (sacch-lactique.) 121
XXIX. *Dix-huitième colonne, le vinaigre distillé.* (acide acéteux.) 122
XXX. *Dix-neuvième colonne, l'acide du lait.* (galactique.) 124
XXXI. *Vingtième colonne, l'acide des fourmis.* (formicin.) 125
XXXII. *Vingt-unième colonne, l'acide du suif.* (sébacé) 126
XXXIII. *Vingt-deuxième colonne, l'acide phosphorique.* 127
XXXIV. *Vingt-troisième colonne, l'acide perlé.* 129
XXXV. *Vingt-quatrième colonne, l'acide du bleu de Prusse.* (Prussique.) 132
XXXVI. *Vingt-cinquième colonne, l'acide aërien.* (méphitique.) 134
XXXVII. *Vingt-sixième colonne, l'alkali fixe végétal caustique.* (Potasse.) 136
XXXVIII. *Vingt-septième colonne, l'alkali fixe minéral caustique.* (soude.) 139
XXXIX. *Vingt-huitième colonne, l'alkali volatil caustique.* 141
XL. *Vingt-neuvième colonne, la terre pesante caustique.* 145
XLI. *Trentième colonne, la chaux caustique.* (chaux vive.) 149
XLII. *Trente-unième colonne, la magnésie caustique.* 150
XLIII. *Trente-deuxième colonne, l'argille pure.* 151
XLIV. *Trente-troisième colonne, la terre siliceuse.* (quartzeuse.) 152
XLV. *Trente-quatrième colonne, l'eau.* 157
XLVI *Trente-cinquième colonne, l'air vital.* 160
XLVII. *Trente-sixième colonne, le phlogistique* 177
XLVIII. *Trente-septième colonne, la matière de la chaleur.* 185

TABLE.

XLIX.	*Trente-huitième colonne, le ſoufre.*	225
L.	*Trente-neuvième colonne, le foie de ſoufre ſalin*	228
LI.	*Quarantième colonne, l'eſprit-de-vin.*	230
LII.	*Quarante-unième colonne, l'éther.*	231
LIII.	*Quarante-deuxième colonne, l'huile eſſentielle.*	Ibid.
LIV.	*Quarante-troiſième colonne, l'huile graſſe.*	232
LV.	*Quarante-quatrième colonne, l'or.*	233
LVI.	*Quarante-cinquième colonne, la platine.*	235
LVII.	*Quarante-ſixième colonne, l'argent.*	237
LVIII.	*Quarante-ſeptième colonne, le mercure.*	238
LIX.	*Quarante-huitième colonne, le plomb.*	240
LX.	*Quarante-neuvième colonne, le cuivre.*	241
LXI.	*Cinquantième colonne, le fer.*	240
LXII.	*Cinquante-unième colonne, l'étain.*	245
LXIII.	*Cinquante-deuxième colonne, le biſmuth.*	Ibid.
LXIV.	*Cinquante-troiſième colonne, le nickel.*	247
LXV.	*Cinquante-quatrième colonne, l'arſenic.*	250
LXVI.	*Cinquante-cinquième colonne, le cobalt.*	251
LXVII.	*Cinquante-ſixième colonne, le zinc.*	253
LXVIII.	*Cinquante-ſeptième colonne, l'antimoine.*	254
LXIX.	*Cinquante-huitième colonne, le magnéſi.* (régule de manganèſe.)	255
LXX.	*Cinquante-neuvième colonne, la ſidérite.*	257
	SUPPLÉMENT.	260
LXXI.	*L'acide maluſien.*	261
LXXII.	*L'acide gallique.*	267
LXXIII.	*L'acide lignique.*	272
LXXIV.	*L'acide ſyrupeux.*	274
LXXV.	*L'acide camphorique.*	276
LXXVI.	*L'acide lithiaſique.*	277
LXXVII.	*L'acide bombycin.*	279
LXXVIII.	*L'acide molybdique.*	280
LXXIX.	*L'acide tungſtique.*	284

NOTES *ſur le* §. I.	290
— *ſur le* V.	291
— *ſur le* VI.	292
— *ſur le* VIII.	295
— *ſur le* XI.	296
— *ſur le* XII.	301
— *ſur le* XIII.	312
— *ſur le* XIV.	319

— *ſur le* XV. 328
— *ſur le* XVII. 335
— *ſur le* XVIII. 348
— *ſur le* XIX. 357
— *ſur le* XX. 358
— *ſur le* XXI. 359
— *ſur le* XXII. 360
— *ſur le* XXIII. 362
— *ſur le* XXIV. 363
— *ſur le* XXV. 365
— *ſur le* XXIX. 366
— *ſur le* XXXII. 370
— *ſur le* XXXIII. 371
— *ſur le* XXXIV. Ibid.
— *ſur le* XXXV. 373
— *ſur le* XXXVI. 374
— *ſur les* XXXVII & XXXVIII. 377
— *ſur le* XXXIX. 378
— *ſur le* XLII. 382
— *ſur le* XLV. 383
— *ſur le* XLVI. 392
— *ſur le* XLVII. 399
— *ſur le* XLVIII. 415
— *ſur le* LI. 429
— *ſur les* LIII. & LIV. 431
— *ſur le* LXX. 433

Fin de la Table.

ERRATA.

Page 25, ligne 21 & 22; propoſitions; *liſez*, proportions.
Page 26, ligne 12; celui-ci ne peut; *liſez*, celui-ci peut.
Page 31, ligne 16, *muriate de ſoude*; liſez, *muriate de potaſſe.*
Page 46, ligne 7, tartre vitriolé; *liſez*, tartre tartariſé.
Page 64, ligne 10, ſatuer, *liſez*; ſaturer.
Page 66, ligne derniere; qu'il ne puiſſe; *liſez*, qu'il puiſſe.
Page 85, ligne 17, *aërifonne*, liſez, *aëriforme.*
Page 96, ligne 12; matin ſaturé de chaux; il, *liſez* matin; ſaturé de chaux il.
Page 97, ligne 14; nitre mercuriel; *liſez*, nitre lunaire.
Page 106, ligne 15; celles-ci; *liſez*, celle-ci.
Page 114, ligne 20; crépitant; *liſez* décrépitant.
Page 116, ligne 6; fournit l'évaporation; *liſez*, fournit par l'évaporation.
Page 119, ligne 114; elle a donc cet acide avec une; *liſez*, elle a donc avec cet acide une.
Page 165, ligne 7; chalcur d'or; *liſez*, chaux de l'or.
Page 236, ligne 15, *après le mot* permanent, *ajoutez* une virgule.
Page 266, ligne 10, ſuc de lait; *liſez*, ſucre de lait.
Page 320, ligne 20; & trois; *liſez*, & de trois.
Page 353, ligne 15; car ne; *liſez*, car il ne.

TRAITÉ

TRAITÉ
DES
AFFINITÉS CHYMIQUES,
OU
ATTRACTIONS ÉLECTIVES.

§. Premier.

Les Attractions éloignées, & les Attractions prochaines, paroiſſent différer entr'elles.

L'Observation nous a fait connoître que toutes les ſubſtances de la nature, abandonnées à elles-mêmes, & placées à des diſtances convenables, tendent à s'approcher mutuellement, & à entrer en contact les unes avec les autres. Cette tendance eſt connue depuis long-tems ſous le nom d'*Attraction*. Je ne me propoſe pas ici de rechercher la cauſe de ces phénomènes; mais

il importe de connoître les loix qu'elle ſuit dans ſes opérations, afin de pouvoir la conſidérer comme une force déterminée, quoique le méchaniſme de ſon action ſoit encore inconnu.

L'illuſtre Newton a clairement démontré que les grands corps de l'univers exercent leurs attractions en raiſon directe de leurs maſſes, & en raiſon inverſe du quarré de leurs diſtances. Mais la tendance à l'union, qui s'obſerve entre tous les corps voiſins, ſur la ſurface de la terre, paroît ſoumiſe à des loix très-différentes. On peut appeller celle-ci *attraction prochaine*, parce qu'elle n'agit que ſur de petites molécules, & qu'elle s'étend à peine au-delà du contact; & donner le nom d'attraction éloignée à la première, qui exerce ſon action ſur de grandes maſſes, & dans un eſpace immenſe. Je dis que les loix de ces deux eſpèces d'attractions *paroiſſent* différentes entre elles, parce que toute la différence ne dépend, peut-être, que des circonſtances. En effet, ſi l'on a égard à la diſtance immenſe des corps céleſtes, on peut négliger leurs diamètres, & les conſidérer comme des points *gravitans*. Il en eſt tout autrement des corps qui ſont près les uns des autres: ici la figure & la ſituation, non-ſeulement du tout, mais même de chaque partie, produiſent de

grandes variations dans les effets de l'attraction. Ainſi les quantités qu'on peut négliger dans l'attraction éloignée, modifient conſidérablement les loix de l'attraction prochaine : d'ailleurs, la grande action de notre globe influe continuellement ſur ces loix, & les dérange dans tous les cas. La même force peut donc, ſuivant les circonſtances, produire des effets très-différens. Comme nous manquons de moyens pour reconnoître dans chaque cas particulier, la figure & la poſition des moléculés, il ne nous reſte plus qu'à déterminer par des expériences exactes & nombreuſes, les rapports que les différens corps ont entre eux à l'égard de l'attraction.

L'attraction prochaine s'étendant à peine au-delà du contact, il eſt clair qu'en général, ſon intenſité dans un même corps, croît dans la même proportion que le contact augmente. C'eſt par cette raiſon qu'il ſe préſentera dans la ſuite de ces Obſervations, pluſieurs exemples qui prouvent qu'un corps attire plus fortement dans l'état liquide, que dans l'état ſolide, & beaucoup plus fortement encore, lorſqu'il eſt réduit en vapeurs. Voyez en particulier ce qui eſt dit de l'acide marin, relativement au phlogiſtique (§. XLVII), & de la matière de la chaleur (§. XLVIII).

Dans cet Ouvrage, je tâcherai de déterminer l'ordre des attractions, ſuivant leurs forces reſpectives; mais une meſure plus exacte, de chacune en particulier, qui puiſſe s'exprimer par des nombres, eſt encore à deſirer : elle jetteroit cependant un grand jour ſur toute cette doctrine (1).

On peut diſtinguer pluſieurs eſpèces d'attractions prochaines; je ne ferai mention que des principales. Lorſque des ſubſtances homogènes tendent à ſe réunir, il n'en réſulte qu'une augmentation de maſſe, ſans que la nature de la ſubſtance ait éprouvé le moindre changement : cet effet s'appelle *attraction d'aggrégation*. Mais ſi des ſubſtances hétérogènes, mêlées enſemble, & abandonnées à elles-mêmes, forment entre elles de nouvelles combinaiſons, le changement

(1) M. de Morveau eſt, je crois, le premier qui ait déterminé & exprimé par des nombres l'adhéſion du mercure avec quelques métaux. M. Achard donna enſuite une grande table, dans laquelle les forces d'adhéſion de pluſieurs corps ſont tirés du calcul & de l'expérience. Enfin M. Kirwan a commencé depuis peu à meſurer les attractions d'une manière ingénieuſe, par la diminution de volume qui a lieu après la combinaiſon; car il penſe que la raiſon & la quantité de cette contraction dépendent de l'intenſité de l'attraction.

qui leur arrive, a plus de rapport à leur qualité qu'à leur quantité, c'eſt ce que nous nommons *attraction de compoſition.* Si ſon action ſe borne à réunir ſimplement deux ou pluſieurs ſubſtances, c'eſt *l'attraction de diſſolution*, ou de *fuſion*; ſelon qu'elle eſt faite par la voie humide, ou par la voie sèche. Enfin l'attraction de compoſition ſe diviſe en *attraction élective ſimple*, & en *attraction double.* La première a lieu, lorſque de trois ſubſtances ſimples, qui s'attirent mutuellement, deux ſe combinent à l'excluſion de la troiſième; & la dernière, lorſque deux compoſés, formés ſeulement de deux principes prochains, viennent à changer réciproquement leurs principes, à l'inſtant qu'ils ſont mêlés enſemble. C'eſt principalement ces deux dernières eſpèces que nous examinerons dans la ſuite de cet Ouvrage.

§. II.

Attractions électives ſimples.

Soit *A* une ſubſtance que d'autres ſubſtances hétérogènes *a*, *b*, *c*, &c. attirent: ſuppoſons d'ailleurs, que A combiné avec *c* juſqu'au point de ſaturation, ce que nous déſignerons toujours par la réunion de *A* & de *c* = *Ac*, tende à s'unir à *b* qu'on lui ajoute, en ſe ſéparant de *c*; on dit

alors que *A* attire plus fortement *b* que *c*, ou que *b* a une attraction élective plus forte que *c*. Suppoſons enfin que *Ab* ſoit décompoſé par l'addition de *a*, que *b* ſoit rejetté, & que *a* prenne ſa place, il s'enſuivra que la force attractive de *a* l'emporte ſur celle de *b*, & que la ſérie *a*, *b*, *c*, &c. ſera exactement dans l'ordre de l'efficacité des forces attractives de ces trois ſubſtances. Pluſieurs donnent le nom d'*affinité* à ce que nous avons nommé *attraction*. J'employerai indifféremment ces deux termes par la ſuite, quoique le premier, comme plus métaphorique, paroiſſe moins propre dans un Ouvrage de Phyſique.

En 1718, Geoffroy imagina de faire voir au premier coup d'œil, la ſérie des attractions électives, en diſpoſant les ſignes chymiques dans un tableau, ſuivant un certain ordre. Mais cette admirable invention eſt louée par quelques-uns, & blâmée par d'autres : les premiers prétendent que les affinités ſuivent des loix conſtantes, les derniers aſſurent qu'elles ſont vagues, & ne dépendent que des ſeules circonſtances.

Or puiſque toutes les opérations de la Chymie conſiſtent dans l'analyſe ou la ſynthèſe, & que l'une & l'autre dépendent de l'attraction, il s'en-

fait qu'il eſt de la dernière importance de terminer cette diſpute. Ne rejettons donc pas toute cette doctrine, pour une ou deux irrégularités, peut-être mal entendues ; examinons au contraire la queſtion avec tout le ſoin & l'attention poſſibles : & quand même nous trouverions enfin que les attractions dépendent uniquement des circonſtances, ne concluons pas pour cela, qu'il eſt inutile de connoître les différentes conditions qui les favoriſent, les empêchent ou les troublent. Cette connoiſſance ſeroit encore d'une utilité très-étendue : l'on ne voit en effet aucun phénomène dans la nature, qui ne ſoit tellement lié avec certaines conditions, que lorſqu'elles viennent à manquer, le phénomène n'a pas lieu, ou varie ſuivant les circonſtances. Il eſt important pour la Science, que les changemens & les combinaiſons des cauſes, ſoient connus dans chaque opération, auſſi exactement qu'il eſt poſſible, & j'eſpère que dans le courant de cet Ouvrage, l'utilité d'une recherche exacte ſur les attractions, ſera clairement démontrée par pluſieurs exemples.

Suppoſons au contraire, que les attractions ſuivent des loix conſtantes, quand une fois nous aurons déterminé ces loix par l'expérience, ne ſeront-elles pas la clef qui nous ouvrira le ſanc-

tuaire de la nature, & qui réſoudra facilement les problêmes les plus difficiles que puiſſent préſenter l'analyſe & la ſynthèſe ! C'eſt pourquoi je ſoutiens non-ſeulement que cette doctrine mérite d'être approfondie, mais qu'elle eſt en quelque ſorte la baſe de toute la Chymie, du moins ſi nous voulons avoir une Science raiſonnée, qui puiſſe donner l'explication claire & préciſe de toutes les circonſtances de chaque opération. Si quelqu'un doute de ce que j'avance, qu'il examine ſans préjugés les Obſervations ſuivantes, qu'il les médite ſérieuſement, & qu'il les ſoumette au creuſet de l'expérience.

§. III.

L'ordre des Attractions eſt-il conſtant ?

On ne peut rien répondre de certain à cette queſtion, qu'après avoir vu la ſuite de cet Ouvrage : examinons ſeulement en paſſant, ſi l'on doit attendre un ordre conſtant, tel que nous l'avons propoſé dans le paragraphe précédent. *a* & *b* ſe chaſſent tour-à-tour, ſuivant les circonſtances ; peut-être auſſi que *c* l'emporte quelquefois ſur *a*, quoiqu'il cède conſtamment à *b*. Conſultons l'expérience, l'oracle de la nature ; conſultons-la avec l'attention & la patience né-

ceſſaires, elle ne manquera pas de nous fournir le fil d'Ariane pour ſortir de ce labyrinthe.

Je n'approuve pas, à la vérité, ces loix générales, qui nous diſent que, dans tous les cas, les terres & les métaux ſont précipités par les alkalis, & les métaux par les terres, parce que ces loix ne ſont pas toujours conſtantes; cependant nous avons un bon nombre d'obſervations particulières, que l'expérience ne dément jamais lorſqu'elle eſt bien faite. Nous ſommes sûrs, par exemple, que l'alkali fixe & la chaux vive chaſſent l'alkali volatil; que le mercure & l'argent ſont *précipités* des acides nitreux & vitrioliques, par l'addition du cuivre, que le fer précipite à ſon tour. Les acides vitriolique & marin enlèvent à l'acide nitreux les métaux blancs des Anciens, qui ſont l'argent, le mercure & le plomb. Ces faits, & pluſieurs autres connus depuis long-tems, ne prouvent-ils pas qu'il règne un ordre conſtant entre ces ſubſtances? Nous avons d'ailleurs une infinité d'autres preuves ſans réplique de cette vérité, qui trouveront leur place dans l'explication de la nouvelle table (§§. XII—LXX). Les difficultés qu'on pourroit propoſer, s'évanouiſſent, lorſqu'on vient à les examiner de près, & je ne crois pas qu'on en ait propoſé aucune juſqu'à préſent,

qui ſoit directement contraire à l'ordre conſtant dont nous avons parlé. Quand on rencontreroit ici, comme dans les autres parties des Sciences naturelles, quelques phénomènes qui paroîtroient s'écarter de la loi générale, on doit les regarder comme des comètes qu'on n'a pas encore aſſez obſervées pour déterminer leurs orbites : des obſervations réitérées, & des expériences convenables, diſſiperont un jour ces ténèbres.

Pour faire appercevoir tout-d'un-coup l'effet de trois ſubſtances mêlées enſemble, j'ai imaginé une manière de les repréſenter par des ſignes, & je vais l'expliquer par un exemple.

La figure 20 de la Planche II. repréſente la décompoſition du foie de ſoufre calcaire par l'acide vitriolique. On voit à gauche le foie de ſoufre déſigné par la réunion des ſignes de ſes deux principes prochains ; ces mêmes principes ſe retrouvent entre les branches de l'accollade verticale, mais ſéparés & placés l'un au-deſſus de l'autre. A droite, vis-à-vis le ſigne de la chaux, ſe trouve celui de l'acide vitriolique, & au milieu de la figure, le ſigne de l'eau, pour indiquer que les trois ſubſtances qui l'entourent, exercent librement leurs attractions dans ce fluide. L'acide vitriolique ayant plus d'affinité

avec la chaux que n'en a le ſoufre, il décompoſe la combinaiſon de ces deux principes. Le ſoufre dégagé étant par lui-même inſoluble dans l'eau, gagne le fond, ce qui eſt déſigné par la demi-accollade horizontale inférieure, dont l'extrémité eſt tournée en bas : & comme le nouveau compoſé, la chaux vitriolée (*ſélénite*), ſe précipite auſſi, à moins qu'il ne ſoit délayé dans une très-grande quantité d'eau, l'angle de l'accollade horizontale ſupérieure eſt également tourné en bas. L'accollade horizontale complette indique toujours une nouvelle combinaiſon ; la demi-accollade ne ſert que pour faire voir par ſon extrémité, ſi la ſubſtance d'où elle part, ſe précipite, ou reſte ſuſpendue dans la liqueur. S'il ne ſe rencontre point d'accollades horizontales, c'eſt une preuve que la première combinaiſon n'a ſouffert aucun changement. On ne met à la droite que la ſubſtance, qui ne ſe décompoſe point ; car lorſqu'elle ſe décompoſe également, c'eſt alors le cas des affinités doubles, dont nous parlerons bientôt (§. V). Enfin le ſigne du feu placé au milieu de la figure, déſigne les opérations qui ſe font par la voie sèche.

§. IV.

La différence de chaleur change ſouvent les Attractions électives.

L'intenſité plus ou moins grande de la chaleur, eſt la ſeule condition externe qui puiſſe affoiblir ou changer totalement les affinités des corps qu'on ſoumet aux expériences. Cette cauſe n'a cependant lieu que dans les cas où le même degré de température, volatiliſe quelques ſubſtances beaucoup plus que d'autres.

Suppoſons que *A* ſoit attiré par deux autres ſubſtances, que l'action de la plus forte, à la température moyenne, ſoit exprimée par *a*, & celle de la plus foible par *b*. Suppoſons en même-tems, que la première ſoit plus volatile que la ſeconde, & que ſa tendance à s'échapper ſoit *V*, tandis que celle de la dernière ſera *v*. Si l'on mêle enſemble ces trois ſubſtances, la plus forte s'emparera de *A* avec une force égale à la différence de *a* & de *b*=a—b. Mais ſi la température vient à augmenter ſucceſſivement, l'excès de force de la première diminuera dans le même rapport : & comme *V* augmente plus que *v*, on aura enfin $a-b=V-v$; d'où il ré-

ſaltera une égalité de forces, qui ſera détruite par la plus légère augmentation de chaleur ; de ſorte qu'à la fin, *b* qui étoit plus foible, l'emportera ſur *a*. Si la ſeconde ſubſtance eſt tout-à-fait fixe, alors on aura $v=o$, & le cas ſera plus ſimple. Nous en verrons pluſieurs exemples par la ſuite.

Je crois donc qu'en général, l'on doit ſeulement conſidérer comme vraies attractions, celles que les ſubſtances abandonnées à elles-mêmes, exercent librement entr'elles. Un degré de chaleur trop fort, eſt une cauſe externe qui affoiblit plus ou moins ces affinités vraies, & qui même les change totalement dans certains cas. Cependant, comme un grand nombre d'opérations chymiques ne s'exécutent qu'à l'aide du feu, & que l'action de ce fluide ſi ſubtil, mérite par-là toute notre attention, je penſe qu'il faut diviſer la table des affinités chymiques en deux tableaux, dont le ſupérieur montrera les attractions libres, qui ont lieu, comme on dit, par la voie humide, & l'inférieur celles qui ſont forcées par le feu. Cette diviſion peut s'exécuter d'autant plus aiſément, qu'on ne connoît juſqu'à préſent, aucune autre condition externe qui puiſſe influer ſenſiblement ſur les attractions. Quant aux cauſes internes, ſi elles apportent quelques variations

dans les affinités ; ces variations ne ſont qu'apparentes, ou bien la ſubſtance elle-même change de nature, & ne doit plus être conſidérée comme auparavant. A la vérité, l'on ne peut nier que les corps volatils ne ſubiſſent un véritable changement interne par leur combinaiſon avec la matière de la chaleur ; mais il dure peu, & diſparoît totalement après le refroidiſſement, quoiqu'il ait produit la décompoſition qu'on ſe propoſoit.

D'après ce que nous venons de dire, on voit aiſément ce que l'on doit penſer des différentes objections propoſées contre les loix invariables des affinités ; objections qui ſont tirées de la diſtillation, de la ſublimation ou de la fuſion des mélanges ; car telle eſt ſouvent l'efficacité de la chaleur, qu'il ne faut quelquefois qu'une forte digeſtion, ou même la chaleur qui s'excite dans certains cas par la combinaiſon de quelques ſubſtances, pour troubler l'ordre conſtant des affinités.

§. V.

Irrégularités apparentes occaſionnées par une Attraction double.

Quoiqu'il n'y ait point de règle ſans exception, ſuivant le proverbe commun, je ne penſe pas que ce ſoit une raiſon de mépriſer les règles ; il faut ſeulement les réduire à leur juſte valeur, après en avoir bien apprécié toutes les exceptions. Les anomalies que nous allons examiner, ne méritent pas même le titre d'exceptions, car les quatre ſubſtances qui ſont miſes en jeu dans les affinités doubles, préſentent un cas bien différent, & beaucoup plus compliqué que celui dont nous avons parlé ci-deſſus, où nous n'avons ſuppoſé que l'action de trois ſubſtances. La plupart des preuves qu'on apporte contre l'ordre conſtant des affinités, ſont du même genre que celles-ci : elles démontrent évidemment, ſuivant leurs Auteurs, que certaines ſubſtances ſe décompoſent réciproquement ; mais un examen plus approfondi fera bientôt diſparoître l'illuſion.

La table de Geoffroy fait voir que les alkalis fixes tiennent plus fortement aux acides que la

chaux ; c'eſt ce qui a lieu en effet : cependant pluſieurs prétendent détruire cette aſſertion par l'expérience ſuivante. La diſſolution du nitre calcaire, verſée goutte à goutte ſur celle de tartre vitriolé, en précipite bientôt de la ſélénite : preuve évidente pour eux, que la terre calcaire l'emporte ici ſur les alkalis. Mais obſervons d'abord que la terre calcaire, amenée même à l'état cauſtique par la calcination, ne produit pas la moindre décompoſition, lorſqu'on la mêle au tartre vitriolé diſſous dans l'eau (fig. 2.) ; au lieu que quelques gouttes d'acide vitriolique, verſées ſur une diſſolution de craie, en précipitent de la ſélénite : ces faits montrent clairement de quel côté ſe trouve la plus forte attraction élective ſimple. Si au contraire la craie qu'on mêle au tartre vitriolé a été diſſoute auparavant par un autre acide minéral, quatre ſubſtances alors ſeront miſes en action ; & la chaux, aidée de cet acide, pourra produire un effet dont elle étoit incapable auparavant, par ſa propre énergie. Pour voir cette décompoſition d'une maniere plus ſenſible, il ſuffit de jetter les yeux ſur la figure 21, dans laquelle ſe trouve à gauche le ſel neutre, connu ſous le nom de tartre vitriolé, déſigné par le ſigne de l'alkali fixe végétal, placé à côté du ſigne de l'acide vitriolique ; ce que je lis de cette manière : alkali fixe végétal vitriolé (c'eſt-à-dire ſaturé

ſaturé par l'acide qu'on retire du vitriol) : dénomination qui indique tout de ſuite les deux principes prochains de ce ſel. Ces mêmes principes reparoiſſent ſéparément avec les ſignes qui leur ſont propres, & placés l'un au-deſſus de l'autre en dedans de l'accollade verticale gauche. A droite la chaux muriatique (ſaturée d'acide du ſel) eſt également exprimée par des ſignes, & ſes deux principes ſont de même placés l'un au-deſſus de l'autre, au-dedans de l'accollade verticale qui leur correſpond. Ainſi lorſque le tartre vitriolé, & la chaux ſaturée d'acide marin, ſont mêlés enſemble dans l'eau qui eſt indiquée par ſon ſigne placé au milieu de la figure, c'eſt préciſément la même choſe que ſi l'*on* avoit mis dans la même eau, des quantités proportionnelles d'alkali fixe végétal, d'acide vitriolique, de chaux & d'acide marin. Ces quatre ſubſtances, déſignées par leurs ſignes, qui environnent celui de l'eau dans la figure, doivent être diſpoſées de manière que les deux acides ne ſe trouvent jamais vis-à-vis l'un de l'autre, dans la même ligne horizontale.

Nous avons donc ici les principes qui étoient unis avant le mélange, ſéparés & diſpoſés dans une ſituation verticale. Pour que la décompoſition ait lieu, il faut néceſſairement que la ſomme des attractions entre les ſubſtances qui ſont oppoſées

horizontalement, ſoit plus grande que celle des ſubſtances oppoſées verticalement ; & c'eſt ce qui arrive dans l'exemple que nous citons : car quoique l'acide vitriolique attire plus fortement l'alkali fixe que la chaux, cependant en ajoutant l'acide marin, qui de ſon côté ſollicite en même-tems l'alkali, & diminue par-là ſa cohérence avec l'acide vitriolique, il arrive qu'en réuniſſant l'attraction de l'acide marin pour l'alkali fixe, avec celle de l'acide vitriolique pour la chaux, la ſomme eſt plus grande que celle qu'on obtiendroit en ajoutant enſemble les attractions qui ont lieu entre l'acide vitriolique & l'alkali fixe, & entre l'acide marin & la chaux.

Les accollades horizontales renferment les nouvelles combinaiſons ; l'inférieure indique par ſon angle tourné en bas, qu'il y a précipitation ; & la ſupérieure dont l'angle eſt tourné en haut, déſigne que la combinaiſon qu'elle renferme, reſte ſuſpendue dans la liqueur, juſqu'à ce que celle-ci ſoit évaporée en partie. C'eſt ainſi que ſe fait la décompoſition précédente. Pour ne pas revenir ſur l'explication des figures dans les exemples qui vont ſuivre, je dirai ici une fois pour toutes, que j'exprime toujours les ſels doubles (qui ſont compoſés de deux principes prochains), par le ſigne de leur baſe placé à gauche, & à côté du ſigne du ſel

d'où l'on tire ordinairement l'acide, qui eſt uni à cette baſe dans le compoſé dont il eſt queſtion. Je déſigne auſſi de la même manière les autres combinaiſons formées de deux principes intimement unis.

La magnéſie & pluſieurs métaux préſentent les mêmes phénomènes que la craie. (Voyez la fig. 22). La Planche II. contient 64 figures qui montrent le réſultat de 122 expériences; car le N°. 24, par exemple, n'indique pas ſeulement que le nitre mercuriel eſt décompoſé par le ſel ammoniac ſecret, mais auſſi que le nitre ammoniacal & le vitriol de mercure peuvent être mêlés *enſemble ſans* ſouffrir aucun changement: & en général, toutes les fois que les ſubſtances déſignées à droite & à gauche des figures, échangent mutuellement leurs principes, on peut conclure que les combinaiſons qui en réſultent en haut & en bas, ne ſouffriront aucune décompoſition ſi l'on vient à les mêler enſemble. Comparez les figures 21 & 23, vous y verrez que le tartre vitriolé & le ſel marin calcaire, échangent leurs principes; au lieu que le ſel fébrifuge & la ſélénite n'ont point d'action l'un ſur l'autre. Les Nos. depuis 1 juſqu'à 40 préſentent des exemples d'attractions libres; depuis 1 juſqu'à 20 ce ſont des attractions ſimples, & de 21 à 40, des affinités

doubles. Les N^os. qui ſuivent indiquent celles qui s'exécutent par le moyen du feu. 41—47 & 55—58, offrent des affinités par la diſtillation; 48—50 & 59—62, par la ſublimation; enfin 51—54, 63 & 64, par la fuſion dans un creuſet. On trouvera l'explication des nouveaux caractères dans le XI^e Paragraphe, & dans la Planche première.

Les plus grands Chymiſtes ſont ſouvent trompés par les attractions doubles, lorſqu'ils veulent déterminer les attractions ſimples. L'acide phoſphorique a réellement plus d'affinité avec la chaux qu'avec l'alkali fixe, comme je le ferai voir (§. XXXVIII). On aſſure cependant le contraire, parce que l'alkali aëré précipite le phoſphate calcaire, au moyen d'une double affinité. L'alkali fixe cauſtique le précipite également, ce qui paroîtroit prouver davantage. On ſe tromperoit cependant beaucoup, ſi, par ces faits ſeuls, l'on vouloit juger de quel côté ſe trouve la plus forte affinité; car l'alkali ne fait qu'enlever ici l'excès d'acide néceſſaire à la diſſolution, ce qui fait précipiter le phoſphate calcaire (§. IX). J'ai expliqué dans ma Diſſertation ſur l'acide aërien (1), la

(1) *Opuſc. Vol.* 1. *pag.* 49. *Trad. Françoiſe, Tom.* 1. *pag.* 56.

différence qu'on obſerve dans la manière d'agir des alkalis & des terres abſorbantes, ſuivant qu'on les employe ſaturés ou privés de cet acide, de ſorte que je n'ai pas cru devoir le répéter ici. La fig. 36 repréſente ce que j'ai dit dans la même Diſſertation, au ſujet de l'alkali volatil; elle fait voir en même-tems très-diſtinctement, pourquoi l'alkali volatil cauſtique, paroît agir plus foiblement que celui qui eſt aëré, ce qui ſeroit abſurde autrement. En général, nous devons déjà remarquer, que les ſubſtances alkalines & terreuſes ſaturées d'air fixe, ne doivent être conſidérées que comme des ſels doubles, & qu'elles ne ſont ſimples que dans l'état de cauſticité; & dans ce cas, je les nomme ordinairement *pures*. Voy. les fig. 1—8, 32—37, 51, 62 & 63.

Lorſqu'un métal en précipite un autre qui étoit diſſous par un acide, cette opération n'eſt jamais l'effet d'une affinité ſimple; car pendant la diſſolution, une portion du phlogiſtique ſe diſſipe, ce que je crois avoir démontré ailleurs d'une manière inconteſtable (1). Et comme il eſt de la nature des diſſolutions métalliques, de

(1) *Opuſc. Vol.* 2, *pag.* 354, *III*, *pag. Franç. Tom.* 2, *pag.* 378.

ne jamais rendre les ſubſtances qu'elles tiennent diſſoutes, avec leur brillant métallique, ſans une nouvelle addition de phlogiſtique, il eſt évident que les chaux métalliques ne peuvent pas produire le même effet que les métaux ; c'eſt auſſi ce que l'expérience a démontré. Ainſi l'ocre de fer mis dans une diſſolution de vitriol de cuivre, ne précipite rien de ce dernier métal ; au lieu que ſi l'on plonge du fer dans la même diſſolution, il ſe couvre à l'inſtant d'une pellicule de cuivre, parce qu'il fournit à ce dernier métal, la portion de phlogiſtique néceſſaire à ſa réduction, & par cette perte il devient ſoluble lui-même, ſans donner de gas inflammable *figure* 39. L'argent eſt également calciné en ſe diſſolvant dans l'acide nitreux, ce qui eſt prouvé clairement par la vapeur rouge qui s'en échappe alors, l'odeur phlogiſtique & pluſieurs autres ſignes évidens ; c'eſt pourquoi il ne peut être précipité par la chaux de cuivre, tandis qu'il l'eſt par ſon régule *fig.* 38. Il en eſt de même de l'or & des autres métaux. De quelque manière qu'on les ait précipités, pourvu qu'on ne leur ait point donné de phlogiſtique, ils paroiſſent tous, & ſont réellement à l'état de chaux : la ſeule différence qu'on peut remarquer entre eux, c'eſt qu'ils ſont inégalement privés de phlogiſtique ; de ſorte que les métaux no-

bles peuvent réparer leur perte par la fusion seule dans des vaisseaux rougis, tandis que les métaux imparfaits ne peuvent se réduire par ce moyen seul, & qu'il faut nécessairement leur ajouter une nouvelle quantité de phlogistique. Nous en parlerons plus au long dans la suite.

Dans plusieurs autres cas, où nous ne croyons voir que l'action d'une affinité simple, souvent le phlogistique en occasionne réellement une double. Prenons pour exemple la distillation du beurre d'antimoine, qu'on obtient d'un mélange de sublimé corrosif & de régule d'antimoine. Observons *d'abord*, que le mercure & le régule d'antimoine ne sont solubles dans l'acide marin, qu'après avoir perdu une certaine quantité de leur principe inflammable. Cela posé, le nœud de cette opération s'explique facilement par le jeu d'une attraction double, la chaux de mercure du sublimé corrosif est revivifiée par le phlogistique que le régule d'antimoine doit perdre nécessairement, pour se dissoudre dans l'acide marin *figure* 58. La base du sublimé corrosif peut, à la vérité, reprendre son brillant métallique par le feu seul, en se combinant, comme les chaux des métaux parfaits, avec le principe inflammable qui passe au travers des vaisseaux embrasés; mais cette opération de-

mande un degré de feu beaucoup plus violent que dans la diſtillation du beurre d'antimoine, où le mercure paſſe dès le commencement, à l'aide d'une légère chaleur. L'arſenic blanc ne décompoſe pas le ſublimé corroſif, parce qu'il ne peut fournir le phlogiſtique néceſſaire à la réduction du mercure ; cette opération réuſſit au contraire en employant l'orpiment, qui contient beaucoup de phlogiſtique.

§. VI.

Irrégularités apparentes cauſées par le changement qui arrive ſucceſſivement aux ſubſtances.

Si l'une ou l'autre des ſubſtances qu'on examine change peu-à-peu, il eſt hors de doute que ſes attractions ne reſteront plus les mêmes : c'eſt ce qu'on peut confirmer par pluſieurs exemples.

L'on ſait depuis long-tems que l'acide nitreux enleve à l'acide marin les baſes alkalines ; mais le célèbre Margraaf a obſervé le premier, que l'acide marin chaſſoit à ſon tour l'acide nitreux des mêmes baſes. Ces phénomènes étoient inexplicables, avant la connoiſſance de la nature de

l'acide marin ; dès qu'on l'a connue, la difficulté s'eſt évanouie. L'acide nitreux chaſſe d'abord l'acide marin par une affinité ſimple *figure* 42. Mais le phlogiſtique étant un des principes conſtituans de l'acide marin, celui-ci le cède aux acides plus forts, & principalement à l'acide nitreux, qui en eſt très-avide, quoique ſaturé d'alkali végétal ; car le nitre pouſſé au feu d'une manière convenable, pendant une heure ou deux, reſte neutre à la vérité, d'où l'on peut conclure qu'il a conſervé tout ſon acide ; mais il eſt tellement affoibli par le phlogiſtique, qu'il peut être chaſſé par le vinaigre (§. XXXVII). Il ſuit de-là qu'une partie de l'acide marin verſé ſur le nitre, donne ſon phlogiſtique à l'acide nitreux, par le moyen de la chaleur : celui-ci chargé de ce principe, eſt bientôt chaſſé par le reſte de l'acide marin, qui n'a pas été décompoſé, (Voy. la fig. 55). Que ce ſoit-là la vraie manière dont s'opère cette décompoſition, on peut le conclure de la nature même de la choſe, des propoſitions qu'il faut employer, & enfin de la liqueur qui ſe trouve dans le récipient, & qui n'eſt en effet qu'un mélange d'acide nitreux phlogiſtiqué & d'acide marin, ſoit dans ſon état ordinaire, ſoit déphlogiſtiqué.

C'eſt par la même raiſon que l'arſenic blanc

peut décompoſer par la diſtillation, les ſels neutres qui contiennent l'acide nitreux, & qu'il n'a point d'action ſur ceux qui ſont compoſés d'acide marin. L'arſenic blanc n'eſt autre choſe qu'une eſpèce de ſoufre, formé d'acide arſenical & d'une quantité déterminée de phlogiſtique (§. XX). Il y a donc ici quatre ſubſtances miſes en action. (*figure* 56). Et comme l'acide nitreux attire fortement le phlogiſtique, ſon adhérence avec ſa baſe diminue à meſure qu'il l'enlève à l'acide arſenical, de ſorte qu'à la fin, celui-ci ne peut le chaſſer aiſément. L'acide marin, au contraire, qui eſt déjà ſaturé du principe inflammable, refuſe conſtamment d'en admettre une plus grande quantité; il ne change donc pas de nature, & l'acide arſenical reſte plus foible que lui.

Nous avons obſervé depuis long-tems, que tous les métaux, même ceux qui réſiſtent le plus à la calcination par la voie sèche, tels que les métaux parfaits, ſont toujours calcinés plus ou moins, en ſe diſſolvant dans les acides. Nous devons ſeulement ajouter ici un mot ſur le fer, qui paroît plus ſuſceptible de ce changement que tous les autres métaux, & ſur-tout nous arrêter un moment ſur ſa diſſolution dans l'acide vitriolique. Nous remarquons d'abord qu'une partie

de ſon phlogiſtique s'échappe ſous la forme de gas inflammable, pendant qu'il ſe diſſout. La diſſolution étant achevée, ſe trouve colorée en verd : ſi on la filtre, & qu'on en rempliſſe un flacon, elle conſerve ſa couleur & ſa tranſparence, pourvu que le flacon ſoit bien bouché ; au contraire, ſi on la laiſſe expoſée à l'air, elle dépoſe continuellement de l'ocre. Ce phénomène tient à deux cauſes : en premier lieu, l'air vital attire ſi fortement le phlogiſtique, qu'il diminue peu-à-peu celui que contient encore le fer diſſous ; d'un autre côté, telle eſt la nature de l'acide vitriolique, qu'il diſſout d'autant moins de fer, que celui-ci contient moins de principe inflammable ; d'où il ſuit qu'une quantité de cet acide, ſuffiſante pour tenir en diſſolution un poids donné de fer peu déphlogiſtiqué, ne pourra plus le retenir, à meſure que celui-ci perdra de ſon phlogiſtique ; il y aura donc néceſſairement un précipité de terre martiale, qui ſe rediſſoudra ſi l'on ajoute une nouvelle quantité d'acide. La chaleur, & ſur-tout celle de l'ébullition, accélère beaucoup cette décompoſition ; la couleur verte ſe change enfin en rouge obſcur, & toute la diſſolution devient exactement ſemblable à la dernière eau-mère du vitriol, qui refuſe de cryſtalliſer, comme le célèbre M. Monnet l'a très-bien obſervé. Cependant on accélère plus la dé-

phlogiſtication par des ébullitions & des refroidiſſemens répétés, que par une ébullition continuelle, & pouſſée même plus long-tems.

Si l'on ajoute un peu d'alkali végétal à cette dernière leſſive, on peut en obtenir enfin des cryſtaux blancs, aſtringens, ſemblables à ceux de l'alun; d'où quelques-uns avoient auſſi conclu que le vitriol pouvoit ſe changer effectivement en alun; mais la diſſolution de ce ſel eſt amenée en entier à l'état de bleu de Pruſſe, par l'alkali phlogiſtiqué; l'alkali ordinaire n'en précipite que de l'ocre, & pas un atome de terre d'alun, pourvu cependant que le vitriol ait été obtenu d'une diſſolution de fer; car celui qu'on retire des pyrites, tient ordinairement de l'alun, à cauſe de l'argille qui s'y rencontre preſque toujours.

Ces faits une fois connus, il eſt facile de répondre à ceux qui prétendroient prouver l'exiſtence des décompoſitions réciproques, par l'exemple de l'alun, dont l'acide paroît quitter ſa baſe terreuſe, pour s'unir à la limaille de fer qu'on lui ajoute, tandis au contraire que l'argille ſe diſſout dans l'eau-mère du vitriol, & en précipite de l'ocre; car dans le premier cas, le fer pourvu de tout ſon phlogiſtique, & mis dans une diſſolution

d'alun, n'eſt attaqué que par l'excès d'acide qui tient plus foiblement à la baſe terreuſe, que la portion qui ſert à la ſaturer. Dès que le fer a enlevé cet excès d'acide, l'argille ſe trouve exactement ſaturée, & comme elle eſt inſoluble dans cet état, elle ſe précipite. On doit donc enviſager ces phénomènes d'une toute autre manière qu'on ne l'a fait juſqu'à préſent, puiſque le fer ne décompoſe pas l'alun parfaitement neutraliſé.

Le cuivre enlève de même les acides au ſafran de Mars, tandis qu'il les cède au fer. Par-là il eſt facile d'expliquer la décompoſition du vitriol de Mars *par le cuivre*, découverte par Margraaf: cette décompoſition n'eſt nullement réciproque, puiſque le cuivre ne précipite que le fer déphlogiſtiqué au-delà d'un certain point.

Le principe inflammable ſe dégage facilement dans des vaiſſeaux découverts, ſur-tout à l'aide de la chaleur: il s'enſuit néceſſairement que la diſſolution du vitriol de Mars change de nature preſque à chaque inſtant, juſqu'à ce qu'elle ſoit arrivée à un degré déterminé, au-delà duquel on ne peut pas aller par ce ſeul moyen. Dans cette expérience, le cuivre ſe diſſout très-facilement; ce qui eſt d'autant plus étonnant,

que l'acide vitriolique, comme l'on ſait, attaque très-difficilement ce métal, à moins qu'il n'ait été, en quelque ſorte, calciné auparavant. Mais il faut obſerver qu'ici la terre du fer attire le phlogiſtique du cuivre, & qu'elle le perd enſuite par la chaleur. Un fait qui vient à l'appui de cette conjecture, c'eſt que la chaux de cuivre ſe diſſout de la même manière que ſon régule, dans une diſſolution bouillante de vitriol martial. L'acide vitriolique concentré attaque, à la vérité, le cuivre, au moyen d'une chaleur ſuffiſante; mais les vapeurs d'acide vitriolique phlogiſtiqué qui s'échappent en même-tems, démontrent clairement qu'il enleve une partie du principe inflammable: nous verrons d'ailleurs plus au long par la ſuite, quelle eſt la vraie manière dont on doit entendre les précipitations des métaux les uns par les autres.

§. VII.

Anomalies apparentes, par la ſolubilité.

Il arrive quelquefois qu'une décompoſition a réellement lieu, quoiqu'elle ne ſe manifeſte d'abord par aucun ſigne. Si l'on diſſout dans l'eau de l'alkali minéral ſaturé d'un acide quelconque, & qu'on y ajoute enſuite de l'alkali vé-

gétal pur, la liqueur reſte tranſparente, & l'on n'y apperçoit ni nuage, ni précipité. Quelques Chymiſtes célèbres ont conclu de cette expérience, que l'affinité de l'alkali végétal ne l'emporte pas ſur celle de l'alkali minéral; mais en ſuppoſant que le contraire arrive, la diſſolution doit-elle pour cela ceſſer d'être tranſparente? Nullement, car l'alkali minéral eſt par lui-même très-ſoluble, il ne peut donc pas troubler la tranſparence de la liqueur; de ſorte qu'on ne peut rien conclure de certain, d'après ce ſeul phénomène; mais que l'on faſſe évaporer la diſſolution, on obtiendra enfin l'alkali minéral libre cryſtalliſé ſéparément, & d'un autre côté, l'on aura du tartre vitriolé, du nitre priſmatique, ou du ſel digeſtif (*muriate de ſoude*), ſi l'on s'eſt ſervi de ſel de Glauber, de nitre cubique, ou de ſel marin. *Voy. la fig.* 3.

Si l'on employe trop d'alkali pour précipiter certains métaux, le précipité ſe rediſſout aiſément, & diſparoît en entier. Il eſt preſque impoſſible de précipiter l'or & la platine par un alkali, ſans que la diſſolution reſte colorée. Le zinc, le cuivre, l'argent, le nickel & le cobalt ne donnent point de précipité en employant un excès d'alkali volatil, à moins qu'ils ne contiennent quelques ſubſtances hétérogènes.

Il y a encore une autre cauſe qui empêche ſouvent d'appercevoir les décompoſitions ; c'eſt lorſque la ſubſtance, qui vient d'être ſéparée, diſſout elle-même le nouveau compoſé, ou du moins n'empêche pas l'eau de diſſolution de le tenir ſuſpendu. Cet effet a lieu ſur-tout, aſſez ſouvent, lorſque les acides nitreux & marin ſont chaſſés par d'autres acides plus forts. C'eſt ainſi, par exemple, que l'acide vitriolique enlève en effet la magnéſie à l'acide marin, mais d'une manière qui ſe dérobe totalement à nos ſens ; car l'acide marin devenu libre, rend l'eau de diſſolution plus active, s'empare ſur le champ de la magnéſie vitriolée qui, d'ailleurs, eſt très-ſoluble, de ſorte qu'on ne peut la reconnoître par aucun ſigne, juſqu'à ce que le menſtrue ſoit tellement diminué par une évaporation ſpontanée, qu'il ne puiſſe plus tenir le tout en diſſolution. Dans les Paragraphes qui vont ſuivre nous rapporterons pluſieurs exemples de ce genre d'obſtacles, & nous indiquerons en même-tems la manière de s'en garantir.

L'on peut auſſi en quelque ſorte rapporter ici les précipités occaſionnés par la ſouſtraction de l'eau de diſſolution. Cet effet arrive lorſqu'on ajoute une ſubſtance qui, ſans changer la première combinaiſon, lui enlève l'eau qui la tenoit diſſoute,

diſſoute, s'il ne s'en trouve pas aſſez pour diſſoudre le tout, d'où il ſuit que cette combinaiſon ſe convertit ſur le champ en petits cryſtaux qui reſſemblent preſque à un précipité. C'eſt ce qui a lieu ſur tout, en verſant une quantité ſuffiſante d'acide vitriolique concentré ſur des diſſolutions ſaturées de tartre vitriolé, d'alun, de vitriol, de ſublimé corroſif, ou d'autres ſels peu ſolubles, & dont les principes prochains ne peuvent être ſéparés par l'acide vitriolique. L'acide du ſel décompoſe réellement le vitriol de mercure, il s'empare de la chaux métallique & l'entraîne au fond avec ſoi s'il ne trouve pas aſſez d'eau pour être tenu en diſſolution. L'acide vitriolique concentré, verſé goutte à goutte dans une diſſolution de ſublimé corroſif, en précipite auſſi à ſon tour une poudre blanche ; d'où quelques Auteurs ont conclu tout de ſuite, qu'il y avoit ici une décompoſition réciproque. Mais ſi l'on examine ce dernier précipité, on trouvera que ce n'eſt autre choſe que du ſublimé corroſif privé de ſon eau de diſſolution. L'alkali fixe végétal, principalement lorſqu'il eſt cauſtique & ſec, produit également les mêmes effets dans les mêmes circonſtances ; c'eſt-à-dire lorſqu'on le verſe ſur des combinaiſons dont les baſes ont autant ou plus d'affinité que lui pour les acides

auxquels elles ſont unies. Le tartre vitriolé, le nitre & quelques autres ſels, peuvent être précipités par ce moyen.

Les précipitations de cette eſpèce ſont rarement complettes, car en général il reſte toujours quelque choſe de diſſout dans la liqueur.

Enfin, ajoutons encore ici les phénomènes irréguliers qui dépendent d'une ſolubilité apparente. La liqueur des cailloux, comme tout le monde le ſait, tient la terre ſiliceuſe diſſoute dans l'eau, par le moyen de l'alkali fixe : ſi l'on verſe un acide dans cette liqueur, la terre ſilicée doit ſe précipiter ; c'eſt auſſi ce qui arrive, à moins que la liqueur des cailloux ne ſoit délayé d'environ vingt-quatre fois ſon poids d'eau, ou même un peu plus ; car alors elle ne ſe trouble nullement, quoique la quantité d'acide qu'on y a verſée, ſoit plus que ſuffiſante pour ſaturer tout l'alkali. Ici la terre ſiliceuſe paroît diſſoute ; mais la véritable raiſon de cette diſſolution apparente, eſt que ſes molécules ſont tellement diviſées dans cette grande quantité d'eau, que le rapport de leurs ſurfaces à leur poids eſt aſſez augmenté pour qu'elles reſtent ſuſpendues. Comme j'ai déjà expliqué plus au long cet effet (1), je ne crois

(1) *Opuſc. Vol. 2, pag. 36. Traduction Françoiſe, Tom. 2, pag. 38.*

pas devoir m'y arrêter beaucoup ici ; j'ajouterai ſeulement que les molécules ſiliceuſes ne ſont pas même diſſoutes par le ſel neutre qui vient de ſe former, puiſqu'elles ſe précipitent par l'ébullition (qui augmente d'ailleurs la ſolubilité), parce que la chaleur diminue la denſité de liqueur. Si quelqu'un objectoit que les autres terres devroient reſter ſuſpendues par la même raiſon, il trouveroit, en examinant la choſe plus attentivement, 1°. que de toutes les terres primitives, aucune n'eſt ſoluble dans les alkalis que la terre argilleuſe ; mais elle l'eſt également dans les acides, de ſorte qu'un excès d'acide ou d'alkali ne peut avoir lieu, ſans qu'il s'enſuive un vraie diſſolution. 2°. Que la terre calcaire, ſéparée de ſes menſtrues acides, par l'alkali fixe cauſtique ſuffiſamment délayé & verſé goutte à goutte dans ſa diſſolution, juſqu'à ce qu'elle change en bleu le papier teint par le fernambouc, ne ſe montre pas ſous forme de précipité viſible, pourvu que cette diſſolution ait été auparavant étendue de cinquante fois ſon volume d'eau diſtillée. La liqueur reſte claire, mais il ſe forme peu-à-peu une pellicule à ſa ſurface. La diſſolution calcaire doit être tellement chargée, qu'elle contienne plus de chaux que n'en pourroit contenir un volume égal d'eau de chaux la plus ſaturée ; ſans quoi l'on pourroit

dire que la terre calcaire n'eſt pas ſeulement ſuſpendue, mais réellement diſſoute dans l'eau alkaliſée. Si l'on verſe une ſeule goutte d'alkali aëré dans cette diſſolution claire, quoique chargée d'alkali cauſtique, il s'y forme à l'inſtant des nuages blancs, pourvu qu'on n'agite pas la liqueur; au lieu que ſi on l'agite en verſant l'alkali aëré; elle ne ſe trouble pas, parce que les mouvemens empêchent les molécules de ſe réunir, à meſure qu'elles ſe ſéparent. Voilà donc la terre calcaire vraiement ſuſpendue dans la liqueur, & toutes les objections que l'on pourroit faire détruites d'avance, à ce que j'eſpère.

§. VIII.

Anomalies par la combinaiſon de trois ſubſtances.

Telle eſt la nature de quelques ſubſtances, qu'elles peuvent ſe réunir trois enſemble ſans qu'aucune ſoit rejettée; c'eſt-à-dire, la combinaiſon de deux ſubſtances attire quelquefois tellement une quantité déterminée d'une troiſième, ou même de pluſieurs autres, qu'elles ſe réuniſſent toutes enſemble ſi fortement, qu'on peut à peine les ſéparer enſuite par quelques moyens que ce ſoit. La voie sèche eſt principalement expoſée à cet inconvénient; car les terres mêlées

entre elles ou avec différens sels, se fondent ensemble sans se séparer; c'est aussi ce qui arrive à la plupart des métaux. A la vérité *A* n'est pas attiré également par *a* & par *b*; mais *Aa* s'unit fortement à *b*, ou *Ab* avec *a*, ce qui n'empêche pas que *a* ne puisse avoir une affinité plus forte que *b*, quoique la nature particulière de cette combinaison s'oppose à l'exclusion de l'un ou de l'autre. L'alkali volatil, l'acide marin & la chaux de mercure; l'alkali volatil, l'acide vitriolique & la magnésie; enfin, le fer, l'acide vitriolique & la magnésie, pour me borner à ces trois exemples, s'unissent si fortement dans des proportions déterminées, qu'il est impossible de les séparer par la cristallisation, & même très-difficile par tout autre moyen.

Le même phénomène se présente quelquefois entre quatre substances: par exemple, entre le borax & le tartre, la magnésie vitriolée & le sel commun, ce dernier & le gypse, & plusieurs autres. On pourroit également citer le foie de soufre produit au moyen du feu, par un mélange de tartre vitriolé & de charbon; car on conçoit que le phlogistique sépare d'abord l'acide, & forme le soufre, qui est dissout ensuite par l'alkali pour former l'*hépar*; mais on comprendroit difficilement

pourquoi, dans une chaleur auſſi forte, les molécules de ſoufre ne ſont pas ſublimées, ou conſumées à meſure qu'elles ſe forment, à moins de ſuppoſer qu'elles ſubiſſent au même inſtant une nouvelle combinaiſon.

Cette diſpoſition de certaines ſubſtances, produit ſouvent des phénomènes particuliers. Par exemple ſi l'on veut précipiter la magnéſie vitriolée, ou le muriate de mercure par l'alkali volatil, l'on obtient très-peu de précipité ; mais il en réſulte un nouveau ſel triple, d'une nature très-différente. En mêlant enſemble des diſſolutions ſaturées de nitre calcaire & de nitre magnéſien, il ſe forme un précipité auquel on ne ſe ſeroit pas attendu. C'eſt un ſel triple, formé des deux terres combinées enſemble à l'acide nitreux, moins ſoluble que chacun des ſels qui le compoſent, & qui ſe précipite par cette raiſon : une plus grande quantité d'eau rediſſout ce nouveau ſel. Pour abréger, je ſuis forcé de paſſer ſous ſilence une infinité d'autres faits ſemblables.

§. IX.

Irrégularités produites pour un excès déterminé de l'un ou l'autre des principes prochains.

Je n'ignore pas que quelques Chymiſtes prétendent qu'on a tort d'aſſurer que les ſels neutres ou moyens, peuvent prendre un excès d'acide. Pluſieurs exemples que nous allons citer ici, démontrent cependant, & d'une manière évidente, qu'un tel excès a lieu dans quelques cas, quoique cette partie ſurabondante d'acide tienne plus foiblement au ſel, comme cela doit être, que la partie néceſſaire pour la ſaturation. Que l'on diſſolve juſqu'à ſaturation dans de l'eau diſtillée du tartre tartariſé, parfaitement neutre, & que l'on y verſe enſuite goutte à goutte du véritable acide du tartre (§. XXIII.), il ſe ſépare bientôt une matière ſpongieuſe, blanche, qui gagne le fond: cette ſubſtance recueillie & examinée, ſe trouve être du vrai tartre. Quelle eſt la cauſe de ce ſingulier changement? Elle ſe trouvera facilement, ſi nous conſidérons la nature de ces ſubſtances. Le tartre n'eſt en effet que du tartre tartariſé, combiné avec une plus grande quantité de ſon propre acide, qu'il n'en faut pour la ſaturation. Celui qui

connoît la ſaveur du tartre, ſa propriété de faire efferveſcence avec les alkalis, de rougir les couleurs bleues végétales, &c. ne révoquera pas en doute cet excès d'acide ; & même juſqu'à ces derniers tems, on a toujours regardé le tartre comme un ſel acide. Enlevez exactement cet excès d'acide par l'alkali fixe végétal, & vous aurez le tartre tartariſé, connu ordinairement ſous le nom de ſel végétal. Le tartre purifié, ou crême de tartre, n'eſt donc que du tartre tartariſé avec un excès déterminé d'acide, & on l'obtient ſur le champ lorſqu'on ajoute cet excès au tartre tartariſé : il ſe précipite parce qu'il ne trouve pas aſſez d'eau pour être tenu en diſſolution. Ainſi ces deux ſels ne diffèrent pas l'un de l'autre par la nature, mais ſeulement par les proportions de leurs principes ; il en réſulte cependant une différence étonnante dans la ſaveur, & les autres propriétés, principalement la diſſolubilité : car le tartre tartariſé eſt ſi avide d'eau, qu'il tombe preſqu'en déliqueſcence à l'air humide. Une partie de tartre au contraire demande, pour ſe diſſoudre, cent cinquante parties d'eau, à la température moyenne ; ce qui eſt d'autant plus ſurprenant, que l'acide qu'on ajoute en excès & l'alkali végétal tartariſé, ſont par eux-mêmes très-ſolubles dans l'eau. L'excès d'acide qui produit toute cette

différence, ne peut être enlevé ni par la cryſtalliſation, ni par un filtre humecté, ni par aucun autre moyen que par la ſaturation ſeule.

Nous avons donc ici un exemple manifeſte, d'où nous pouvons conclure que l'alkali végétal, quoique ſaturé, loin de refuſer un excès d'acide tartareux, le prend au contraire facilement; c'eſt une preuve frappante d'attraction entre un ſel neutre & un acide de même nature que celui qui entre dans ſa compoſition. Le tartre ſe ſépare de même en verſant goutte à goutte un autre acide quelconque ſur le tartre tartariſé. Pour expliquer ce fait, on dit ordinairement que l'acide a chaſſé le tartre par une force ſupérieure; mais le tartre n'eſt pas ſimplement un acide, comme on l'a cru pendant long-tems. Pourquoi donc l'alkali qui lui eſt uni, ſe précipite-t-il en même-tems? Si la précipitation arrive ici par une affinité ſupérieure, pourquoi a-t-elle également lieu en employant l'acide du tartre, & même en ſe ſervant du vinaigre, qui eſt un acide beaucoup plus foible que celui du tartre (§. XXXVII)? Pour entendre clairement le jeu de cette opération, imaginons le tartre tartariſé diviſé en deux parties, de telle ſorte que la partie *b* contienne autant d'acide qu'il en faut à la partie *a* pour devenir crême de tartre; ajoutons

alors un autre acide qui sature la base alkaline de la partie *b* : l'acide qui lui étoit combiné refluera sur *a*, qui l'attiroit déjà auparavant avec tant de force, qu'il s'en saisit bientôt, & devient tartre ; pourvu qu'il arrive la moindre circonstance capable d'ébranler un peu la cohésion des principes de la partie *b*.

Le sel de seignette se comporte de la même maniere. L'alkali volatil, dissout dans l'eau & saturé peu-à-peu d'acide du tartre, donne aussi une espèce de tartre soluble, qui se grumèle sur le champ, lorsqu'on lui ajoute un excès d'acide, & qui forme un nouveau tartre difficile à dissoudre, mais plus acide que le tartre ordinaire, à cause du peu d'adhérence de ses principes.

Le tartre n'est pas l'unique sel qui exige essentiellement un excès d'acide ; nous en connoissons depuis long-tems plusieurs autres de même nature. Le sel d'oseille est composé d'alkali végétal & d'un acide particulier surabondant (§. XXIV). De même l'on ne peut pas faire cristalliser l'alkali végétal exactement saturé d'acide arsenical ; au lieu qu'on en obtient facilement de beaux cristaux, si on y ajoute un excès déterminé d'acide (§. XX). On voit par-là pourquoi l'on n'a pas

encore pu préparer le sel arsenical de Macquer dans un creuset ; car le feu chasse toujours l'excès d'acide nécessaire à la cristallisation.

MM. Duhamel & Grosse ont observé que le tartre devenoit soluble par le moyen des terres absorbantes ; mais ils n'ont pas connu la véritable manière dont se fait cette opération. En effet, comme l'on peut saturer l'excès d'acide en ajoutant de l'alkali, & que le tout devient soluble ; de même la chaux enlève l'excès d'acide, & produit à l'instant un sel presque insoluble, & qui se précipite par cette raison (§. XXIII) : alors le tartre une *fois privé de* son acide surabondant, n'est plus que du tartre tartarisé, qui est très-soluble.

M. Baumé publia en 1760 une expérience très-remarquable, par laquelle il prétendit prouver que l'acide nitreux peut décomposer en entier le tartre vitriolé par la voie humide. Quelques modernes ont aussi conclu de cette expérience, qu'on ne pouvoit plus révoquer en doute l'existence des affinités réciproques ; mais un examen plus approfondi, fera bientôt disparoître toute la difficulté. Il faut donc remarquer premièrement, que si l'on ajoute, dans une disso-

lution de tartre vitriolé, un tiers de ſon poids d'acide vitriolique concentré, elle donne par l'évaporation, des cryſtaux qui peſent un tiers de plus, & qui reſtent ſecs, quoique très-acides : une plus grande quantité d'acide produit un ſel déliqueſcent. On peut à peine débarraſſer entièrement ce ſel de ſon excès d'acide, en le diſtillant dans une cornue ; on en vient à bout plus aiſément, ſi on le fait fondre dans un creuſet. Des cryſtalliſations répétées ne produiſent pas cet effet. Le meilleur moyen de l'édulcorer, conſiſte à le laver pluſieurs fois avec de l'eſprit-de-vin très-rectifié. Secondement, perſonne n'ignore qu'une quantité ſuffiſante d'acide vitriolique décompoſe en entier le nitre, même par la voie humide ; d'où il ſuit évidemment, que ſa force d'attraction eſt plus grande que celle de l'acide nitreux. Il n'eſt donc pas néceſſaire de faire ici une diſtinction entre la voie sèche & la voie humide. Troiſièmement, lorſqu'on diſſout du tartre vitriolé dans de l'acide nitreux concentré & bouillant, il ne s'en décompoſe qu'un tiers, ou un peu plus, quelle que ſoit d'ailleurs la quantité d'acide nitreux employée. Quatrièmement, il n'eſt pas même néceſſaire d'employer la chaleur, ni de ſe ſervir d'acide nitreux concentré, pour opérer cette décompoſition ; car ayant mis beaucoup

de tartre vitriolé en poudre dans de l'acide nitreux tellement étendu qu'il ne donnoit plus de vapeurs, je laiſſai repoſer le tout dans un endroit frais l'eſpace de trente-ſix heures, après leſquelles je décantai la liqueur, & j'en précipitai, par le moyen de l'eſprit-de-vin, une poudre blanche, qui, ramaſſée & ſechée, s'eſt trouvée d'un vrai nitre; &, ce qui eſt à remarquer, c'eſt que le tartre vitriolé qui avoit échappé à la décompoſition, étoit devenu tellement ſoluble au moyen de l'acide ſurabondant, que l'eſprit-de-vin pouvoit à peine le précipiter. Cinquièmement, l'acide nitreux le plus concentré n'a point d'action ſur le tartre vitriolé, convenablement ſurchargé d'acide, tel que celui dont nous avons fait mention d'abord (N° I°). Pour arriver à ce point déterminé, il ne ſuffit pas d'humecter d'acide vitriolique le tartre vitriolé réduit en poudre, il faut en même-tems le diſſoudre dans de l'eau bouillante. Sixièmement, outre l'acide nitreux, celui du ſel, celui de tartre, & peut-être pluſieurs autres, décompoſent également le tartre vitriolé. Le ſel de Glauber, ou ſoude vitriolée, ſe diſſout auſſi totalement dans l'acide marin; mais il n'y en a qu'un tiers environ de décompoſé, comme M. Kirwan l'a obſervé. Septièmement, les deux autres tiers du tartre vitriolé, qui n'ont ſouffert aucune décompoſition, cryſtal-

liſent avec leur excès d'acide vitriolique, & les cryſtaux ſont préciſément de même nature que ceux qu'on obtient de la manière indiquée N°. 1°.

Ces faits bien examinés, il eſt clair que les choſes ſe paſſent ici de la même manière que dans le cas du tartre vitriolé. Soit *b* une partie du tartre vitriolé, telle que l'acide qu'elle contient ſoit exactement la quantité déterminée que l'autre partie *a* peut prendre en excès, l'acide nitreux par lui-même n'eſt pas capable d'enlever à l'acide vitriolique ſa baſe alkaline, mais la partie *a*, qui de ſon côté attire en même tems l'acide vitriolique, diminue tellement ſa réſiſtance, que la partie *b* cede enfin ſon alkali à l'acide nitreux; cependant cet effet ne s'étend pas au-delà d'un certain terme. Suppoſons le tartre vitriolé diviſé en deux parties, dont l'une cede ſa baſe à l'acide nitreux, tandis que l'autre ne ſe décompoſe pas; nous aurons alors l'action de trois puiſſances. Appellons A la force avec laquelle la partie du tartre vitriolé qui reſte entière, attire un excès déterminé d'acide, B l'effort que fait la partie qui doit ſe décompoſer pour retenir ſa baſe, & C l'action de l'acide nitreux ſur la même baſe; il eſt clair qu'il ne peut y avoir de décompoſition, ſi $A+C<B$, ou même

ſi A+C=B. mais elle aura lieu à l'inſtant, ſi A+C> B.

Ce que nous venons de dire du tartre vitriolé diſſous dans l'acide nitreux, peut s'appliquer également au ſel de Glauber, ou ſel ammoniac ſecret (*vitriol ammoniacal*), & peut-être à pluſieurs autres ſels vitrioliques; de ſorte que ces décompoſitions ne peuvent pas s'expliquer par la préſence du phlogiſtique dans l'alkali. L'acide du tartre verſé dans des diſſolutions concentrées de nitre ou de ſel fébrifuge, en précipite du vrai tartre, par la raiſon que nous avons rapportée ci-deſſus; le nitre quadrangulaire au contraire, & le ſel marin, dont la baſe (*l'alkali minéral*) ſe comporte tout autrement avec l'acide du tartre, ne donnent aucun précipité dans les mêmes circonſtances.

Pluſieurs irrégularités apparentes doivent leur origine à la diminution ou à la ſouſtraction totale de l'acide ſurabondant. En effet, quelques ſubſtances donnent des ſels ſi peu ſolubles lorſqu'elles ſont combinées avec de certains menſtrues, qu'il faut néceſſairement un excès de ceux-ci pour les tenir en diſſolution: c'eſt ainſi que la chaux, combinée à une grande quantité d'acide arſenical, reſte diſſoute dans l'eau, &

que l'alkali volatil cauſtique, la magnéſie, la chaux même, & en un mot, tout ce qui peut abſorber l'excès d'acide, la précipite à l'inſtant. Si quelqu'un en concluoit, que dans ce cas, la chaux eſt précipitée par l'alkali volatil cauſtique & par la magnéſie, il ſe tromperoit certainement, & il devroit dire également, qu'elle eſt précipitée par la chaux même. En effet, le précipité n'eſt pas de la chaux pure, mais de la chaux ſaturée d'acide arſenical; ce qui indique aſſez la nature de l'opération. Les mêmes phénomènes ſe préſentent avec la chaux diſſoute par l'acide phoſphorique, & avec pluſieurs autres ſubſtances peu ſolubles.

Preſque tous les ſels métalliques rougiſſent la teinture de tourneſol, & l'on peut à-peine leur enlever cet excès d'acide, ſans les décompoſer.

Les acides ne ſont pas les ſeules ſubſtances capables de ſe combiner au-delà du point de ſaturation; il en eſt de même dans quelques cas, des baſes ſalines, terreuſes & métalliques. Le borax le mieux purifié donne des ſignes non équivoques d'alkali ſurabondant; il faut même une quantité d'acide ſédatif à-peu-près égale à ſon poids, pour le ſaturer complettement. J'ai expliqué ci-deſſus (§. VI), pourquoi l'acide arſenical,

arſenical, quoique parfaitement ſaturé d'alkali végétal, décompoſe cependant le nitre, & en chaſſe l'acide par la diſtillation : on pourroit encore ajouter que cet acide tend à prendre un excès d'alkali, lorſque les circonſtances le permettent, & que cette tendance concourt ſans doute au dégagement de l'acide nitreux. C'eſt auſſi par cette raiſon que le ſel arſenical, à baſe d'alkali végétal, & parfaitement neutre, décompoſe le foie de ſoufre & le ſavon, comme l'a découvert M. Schéele. L'alun tient toujours un peu d'acide ſurabondant, puiſqu'il rougit la teinture de tourneſol ; mais il peut en prendre bien davantage : il peut également ſe charger de ſa propre baſe au-delà du point de ſaturation. La chaux de plomb peut auſſi s'unir en excès au plomb corné & au ſucre de Saturne. Le turbith minéral & la poudre d'algaroth ont un excès de baſe ; cependant ils donnent une petite portion d'acide, lorſqu'on les diſtille après avoir été le plus exactement lavés. Je paſſe ſous ſilence beaucoup d'autres exemples, & je crois qu'on peut conclure de tous ceux que je viens de citer, que l'opinion, qui admet dans les compoſés un excès déterminé de l'un ou de l'autre de leurs principes, non-ſeulement n'eſt pas abſurde, mais que cet excès a réellement lieu dans pluſieurs cas. A la vérité, cette partie ſurabondante tient

ordinairement avec moins de force que la partie néceſſaire à la ſaturation, de ſorte qu'on peut aiſément la chaſſer dans la plupart des cas; ce qui n'empêche pas qu'elle exiſte. On trouve ici, comme je l'ai dit ci-devant, une attraction entre le ſel ſaturé & un excès déterminé de ſon acide ou de ſa baſe. Peut être qu'une pareille attraction ſe rencontre dans tous les ſels compoſés, quoique nous n'en connoiſſions encore que peu d'exemples, & que la force prédominante eſt tantôt celle qui attire l'acide, & tantôt celle qui attire l'alkali. Il eſt probable auſſi que les molécules ſalines peuvent prendre un plus grand excès lorſqu'elles ſont diſſoutes, que lorſqu'elles ſont ſous forme concrète; c'eſt ainſi du moins qu'elles ſe comportent, à l'égard de la matière de la chaleur, ſubſtance beaucoup plus ſubtile; en prenant la forme concrète, elles abandonnent ordinairement une portion de chaleur libre, qu'elles abſorbent en ſe diſſolvant. Ici s'ouvre un nouveau champ encore inculte, & très-difficile à défricher; car on obſerve que les attractions des compoſés ſont beaucoup plus foibles, & que le plus ſouvent on peut à peine les appercevoir; quelquefois cependant pluſieurs phénomènes remarquables en dépendent uniquement: en voici un exemple. Que l'on faſſe digérer du mercure dans un poids

égal d'acide nitreux, à un degré de chaleur capable d'empêcher la cryſtalliſation. Le métal ſe diſſout d'abord avec efferveſcence, à la manière ordinaire; mais enfin il ne ſe forme plus de bulles, & il ne ſe produit plus de gas nitreux; cependant le mercure diminue peu-à-peu dans le même tems, & diſparoît pour la plus grande partie. Dans cette opération, le nitre mercuriel ordinaire, dont la baſe eſt de mercure calciné, ſe forme d'abord, & ſe ſature enſuite de mercure qui conſerve ſon phlogiſtique. La diſſolution de ſel marin verſée dans une diſſolution de ce compoſé, en précipite une poudre blanche, qui eſt du vrai mercure doux : on preſcrit cette méthode de le préparer, dans la nouvelle Pharmacopée de Suède (1). En effet, dans ce mélange, l'acide du ſel s'empare de la chaux de mercure, & forme un ſublimé corroſif, qui ſe ſature bientôt de mercure cru, juſqu'à perdre toute ſa cauſticité, & il ne ſe paſſe pas autre choſe dans la préparation du mercure doux par la voie ſèche.

(1) *Scheele, Mém. de Stockolm, 1778.*

§. X.

Manière de déterminer les Attractions électives simples.

Après avoir ſuffiſamment examiné les difficultés qui auroient pu nous arrêter, il eſt tems enfin de venir au but que nous nous ſommes propoſé. Suppoſons que nous ayons à déterminer les attractions reſpectives des quatre ſubſtances différentes *a*, *b*, *c*, *d*, &c. par rapport à une cinquième *A*.

a] Diſſolvons *Ad* (c. a. d. *A* combiné à *d* juſqu'à ſaturation) dans l'eau diſtillée, & ajoutons-y peu-à-peu *c*, qui par lui-même ſera ſoluble dans l'eau, ou tout-à-fait inſoluble. Suppoſons-le ſoluble, alors il faut ſe ſervir de ſa diſſolution concentrée, autant qu'il eſt poſſible, & la verſer goutte à goutte dans la diſſolution *Ad*; il arrive ſouvent qu'elle la trouble tout de ſuite, & qu'elle y produit un précipité, lequel après avoir été recueilli & bien lavé, préſente les propriétés de *Ac*, & n'eſt autre choſe que cette nouvelle combinaiſon; d'autres fois c'eſt *d* lui-même devenu libre, & quelquefois enfin c'eſt un compoſé de tous les deux, c'eſt-à-dire, de *Ac* & de *d*. Il reſte enſuite à examiner ſi une

ſuffiſante quantité de *c*, peut chaſſer en entier *a* de ſa première combinaiſon. En général, on doit bien remarquer ici qu'il eſt quelquefois néceſſaire d'employer une quantité de *c* double, triple, & même dans certains cas quadruple, de celle qui eſt néceſſaire pour ſaturer *A* lorſqu'il eſt libre. Si *c* n'occaſionne aucun précipité, même après l'eſpace de pluſieurs heures, alors on fera cryſtalliſer la liqueur par une évaporation ſpontanée, ou bien on l'évaporera juſqu'à ſiccité, en évitant ſoigneuſement de donner un trop grand degré de chaleur, de peur qu'il ne trouble les affinités (§. IV). Ici la connoiſſance de la ſaveur des différentes ſubſtances, celle de leur ſolubilité, de leur faculté de s'effleurir & de leurs autres propriétés, de celles même qui paroiſſent d'ailleurs de peu de conſéquence, eſt d'un grand ſecours pour juger facilement & sûrement s'il y a eu décompoſition, & de quelle eſpèce elle eſt. Souvent la ſubſtance qui reſte libre, que ce ſoit celle qu'on a ajoutée, ou celle qui a été dégagée, donne beaucoup d'embarras au Phyſicien qui cherche à s'aſſurer de la nature du nouveau compoſé, parce qu'elle en maſque les véritables propriétés : on doit donc, ſi cela ſe peut, l'enlever avec précaution, par le moyen de l'eau ou de l'eſprit-de-vin, ſuivant les circonſtances.

Supposons à présent que *c* soit insoluble dans l'eau ; & que ce soit, par exemple, un métal, il faut en plonger une lame bien polie & bien décapée dans la dissolution de *Ad*, & observer s'il se dépose quelque chose dessus. Après avoir ainsi plongé plusieurs lames successivement, on parvient enfin à connoître si *d* se sépare en entier, ou seulement en partie. Il arrive souvent, quoique la lame soit limée depuis peu, qu'on n'apperçoit aucune décomposition, à moins qu'il n'y ait un petit excès d'acide dans la dissolution *Ad* : il n'est pas même nécessaire, autant que j'ai pu m'en assurer jusqu'à présent, que cet excès provienne d'un acide de même nature que celui du composé *Ad*, plutôt que d'un autre.

Si l'esprit-de-vin très-rectifié, ne peut dissoudre que l'une ou l'autre des combinaisons *Ad* & *Ac*, il est presque inutile d'employer l'évaporation ; car après avoir laissé reposer le mélange pendant quelques heures, l'esprit-de-vin qu'on ajoute, en sépare tout ce qu'il ne peut dissoudre.

L'odeur indique aussi quelquefois ce qui se passe : c'est ainsi qu'il est aisé de reconnoître par son moyen, le vinaigre, l'acide des fourmis, du sel, du nitre, l'alkali volatil, &c. devenus li-

bres. Le goût inſtruit pareillement ceux qui ont le palais bien exercé.

b] Il faut enſuite traiter *Ad* ſéparément avec *b*, & *a*, de la même manière que nous l'avons traité avec *c*.

c] Enfin on traitera de même *Ac*, *Ab*, *Aa*, &c. chacun à ſon tour.

C'eſt par un tel examen fait avec l'attention convenable, qu'on parvient enfin à connoître l'ordre des attractions; mais ce travail demande de la part du Chymiſte; toute la patience, le ſoin, l'exactitude, la ſcience & l'habitude dont il eſt capable. Suppoſons qu'on veuille découvrir ſeulement l'ordre reſpectif des cinq ſubſtances *a*, *b*, *c*, *d* & *e* par rapport à *A* : il faudra faire pour cela vingt expériences principales, qui en renferment pluſieurs autres chacune. Une ſérie de 10 termes exige 90 expériences; &, en général, ſoit *n* le nombre des termes de la ſérie *n*. *n*—1, ſera celui des expériences.

d] On doit examiner de même par la voie sèche, les nouvelles combinaiſons de A avec *a*, *b*, *c*, &c. chacune ſéparément : ces expériences ſe font dans un creuſet chauffé juſqu'à l'incandeſcence, ou mieux encore ſi l'on peut,

dans une cornue, afin de retenir en même-tems tout ce qui eſt volatil.

Voilà en général, la marche que j'ai ſuivie dans ce travail : on trouvera peut-être, en le continuant, des moyens plus courts, & qui pourront du moins ſervir dans quelques cas. Au reſte, il faut bien ſe tenir en garde contre les erreurs, que peuvent occaſionner aiſément les anomalies apparentes, dont nous avons parlé ci-deſſus.

§. XI.

Néceſſité d'une nouvelle table des Attractions.

Toutes les tables qui ont paru juſqu'à préſent, ne contiennent qu'un petit nombre de ſubſtances comparées chacune avec un petit nombre d'autres. On ne doit pas en faire un reproche à leurs Auteurs, parce qu'un tel travail eſt très-long & très-pénible. Auſſi quoique j'aie travaillé à celle-ci pendant tout le tems que mes nombreuſes occupations m'ont laiſſé, & avec l'exactitude dont je ſuis capable, je ſuis cependant d'autant plus éloigné de la croire parfaite, que je ſuis aſſuré d'ailleurs, qu'il faudroit plus de 30, 000 expériences exactes, pour donner un certain degré de perfection à cette foible eſquiſſe

telle que je la préſente. Mais en réfléchiſſant ſérieuſement ſur cet objet, ſachant d'ailleurs combien la vie eſt courte & la ſanté incertaine; j'ai cru devoir donner au Public les Obſervations que j'ai faites juſqu'ici, quelque incomplettes qu'elles ſoient, de peur qu'elles ne ſe perdiſſent parmi mes papiers, & je vais tâcher de les préſenter le plus brièvement poſſible. Il importe peu pour la ſcience, que les vérités dont elle doit s'enrichir, ſoient découvertes par moi ou par un autre. Je tâcherai cependant de continuer ce travail, ſi Dieu m'accorde la vie, les forces & le loiſir néceſſaires; du moins c'eſt mon deſſein. Je vais expliquer le but & le plan de mon Ouvrage, & s'ils obtiennent l'approbation des Savans, j'eſpere que pluſieurs d'entre eux ne refuſeront pas de m'aider dans cette entrepriſe; car il eſt plus facile de compléter une ou deux colonnes, que de les amener toutes à la perfection. Je fais mention d'un grand nombre des ſubſtances les plus ſimples qui ſe rencontrent en Chymie; cependant pluſieurs d'entre elles ſont réellement compoſées, & même ſe réſolvent aiſément, en leurs principes prochains: tels ſont le ſoie de ſoufre, le ſoufre lui-même, les métaux imparfaits, &c. mais elles ne ſont conſidérées ici qu'en tant qu'elles exercent leurs attractions comme des ſubſtances ſimples & ſans ſe

décompoſer ; car quand leurs principes conſtituans ſe ſéparent, elles produiſent des affinités doubles, que nous n'examinons pas dans cette table.

J'y ai fait entrer d'ailleurs pluſieurs ſubſtances nouvellement connues, & dont on ignore encore l'origine & la compoſition, telles que les acides fluorique (*ſpathique*), arſenical, du tartre, du ſucre & de l'oſeille ; parmi les terres, la magnéſie & la terre peſante ; & parmi les métaux, la platine, le nickel, le magnéſi (*manganèſe*) & la ſidérite. Nous parlerons plus amplement de chacune de ces ſubſtances en particulier, lorſque nous examinerons leurs attractions Si nous ignorons leur origine, elles ont cela de commun avec d'autres ſubſtances, avec celles même qui ſont le plus anciennement connues : ſi elles dérivent de quelques autres ſubſtances, ce n'eſt pas une raiſon de les exclure ; car outre qu'elles en diffèrent, elles conſervent des propriétés conſtantes, elles exercent leurs attractions ſans ſe décompoſer, & nous pouvons les obtenir conſtamment les mêmes, toutes les fois que nous le voulons : il importe donc de rechercher & de connoître leurs affinités. Toutes les ſubſtances que nous employons, ſont auſſi probablement compoſées, & leurs principes, que

nous ignorons aujourd'hui, ſe découvriront peut-être un jour.

Le premier rang de la table, ſi l'on peut le nommer ainſi, eſt formé de 59 rectangles diſpoſés horizontalement, & qui contiennent 59 ſubſtances différentes, déſignées par des ſignes déjà connus, ou même par des ſignes nouveaux. Je vais faire le dénombrement de ces ſubſtances, ſuivant l'ordre des nombres qui leur correſpondent, afin d'éviter une nouvelle explication de ces ſignes; car dans le reſte de la table, il ſe trouve à peine une ſubſtance qui ne ſoit déjà dans la première rangée. Ces ſubſtancee ſont, 1. *l'acide vitriolique*, 2. *l'acide vitriolique phlogiſtiqué* (*acide ſulphureux volatil*), 3. *l'acide nitreux*, 4. *l'acide nitreux phlogiſtiqué*, 5. *l'acide marin* (*muriatique*), 6. *l'acide marin déphlogiſtiqué*, 7. *l'eau régale*, 8. *l'acide ſpathique*, ou *du fluor minéral*, 9. *l'acide arſenical*, 10. *l'acide du borax* (*boracin*), 11. *l'acide du ſucre* (*ſaccharin*), 12. *l'acide du tartre* (*tartareux*), 13. *l'acide d'oſeille* (*oxalin*), 14. *l'acide du citron* (*citronien*), 15. *l'acide du benjoin* (*benzoïque*), 16. *l'acide du ſuccin* (*karabique*), 17. *l'acide du ſucre de lait* (*ſach. lactique*), 18. *le vinaigre diſtillé* (*acide acéteux*), 19. *l'acide du lait* (*galactique*), 20. *l'acide des fourmis*

(*formicin*), 21. *l'acide ſébacé*, 22. *l'acide phoſphorique*, 23. *l'acide perlé*, 24. *l'acide du bleu de Pruſſe* (*Pruſſique*), 25. *l'acide aërien* (*méphitique*), 26. *l'alkali fixe végétal pur* (*potaſſe cauſtique*), 27. *l'alkali minéral pur* (*ſoude cauſtique*), 28. *l'alkali volatil pur*, 29. *la terre peſante pure*, 30. *la chaux pure*, 31. *la magnéſie pure*, 32. *l'argille pure*, 33. *la terre ſilicée pure*, 34. *l'eau*, 35. *l'air vital*, 36. *le phlogiſtique*, 37. *la matière de la chaleur*, 38. *le ſoufre*, 39. *le foie de ſoufre alkalin*, 40. *l'eſprit-de-vin rectifié* (*alcohol*), 41. *l'éther*, 42. *l'huile eſſentielle*, 43. *l'huile graſſe*, 44. *l'or*, 45. *la platine*, 46. *l'argent*, 47. *le mercure*, 48. *le plomb*, 49. *le cuivre*, 50. *le fer*, 51. *l'étain*, 52. *le biſmuth*, 53. *le nickel*, 54. *l'arſenic*, 55. *le cobalt*, 56. *le zinc*, 57. *l'antimoine*, 58. *le magnéſe*, ou *manganèſe*, & 59. *la ſidérite*.

Ces cinquante-neuf ſubſtances ſont chacune comme les chefs de la colonne, au commencement de laquelle elles ſont placées : c'eſt à elles que ſe rapportent toutes celles qui ſuivent au-deſſous, de manière cependant qu'elles ſont cenſées avoir d'autant plus d'affinité avec la ſubſtance qui eſt à leur tête, qu'elles en ſont plus près. Ainſi chaque colonne doit non ſeulement contenir toutes celles de ces 59 ſubſtances

qui peuvent ſe combiner avec celle qui commence la colonne, mais montrer en outre l'ordre de leurs attractions reſpectives. La ligne double ſépare le trentième rang de tous les autres : c'eſt le commencement des affinités par la voie sèche, & les ſubſtances qui s'y trouvent enſuite, ſe rapportent également à celle qui eſt à la tête de la colonne.

Enfin j'ai diſtingué les rangées horizontales & les colonnes verticales, par des nombres qui ſe correſpondent des deux côtés, pour donner la facilité de trouver & de citer chaque rectangle. Le grand nombre des ſubſtances nouvelles que j'ai fait entrer dans cette table, m'a forcé de la diviſer en deux ; & lorſque les expériences à venir en auront ajouté plus que les deux tables n'en peuvent contenir, on pourra commodément les diviſer en quatre ; la première ſera pour les acides, la ſeconde pour les alkalis & les terres, la troiſième pour les ſubſtances inflammables, & la quatrième enfin pour les métaux.

§. XII.

Première Colonne.

L'acide vitriolique.

1.] La ſubſtance qui eſt à la tête de cette colonne étant déjà très-connue, nous ne dirons qu'un mot touchant ſa nature. Sa compoſition eſt ſi forte, & la combinaiſon de ſes principes prochains ſi intime, qu'on n'eſt pas encore venu à bout de les ſéparer. Des expériences ingénieuſes, faites dans ces derniers tems, paroiſſent à la vérité montrer l'analyſe & la ſynthèſe de cet acide (1); mais, ſi je ne me trompe, on doit les entendre autrement. Le ſoufre brûlé dans un vaſe rempli d'air atmoſphérique & renfermé par le mercure, abſorbe une portion d'air vital, & donne un acide qui pèſe deux ou trois fois plus que le ſoufre qui a été conſumé; d'où l'on conclut que l'acide exiſtoit dans le ſoufre, mais qu'il y étoit privé d'air, & beaucoup plus léger. On étaye cet opinion par l'efflorescence de la pyrite ſulphureuſe, qui ne ſe convertit en vitriol de Mars qu'autant qu'elle abſorbe une quantité ſuffi-

(1) M. Lavoiſier, Mémoire de l'Académie des Sciences, 1777.

ſante d'air vital. Pour retirer enſuite l'air qui s'eſt combiné à cet acide, on revivifie, par le moyen du feu ſeul, une certaine quantité de mercure vitriolé ou vitriol de mercure : pendant cette opération il ſe dégage beaucoup d'air vital, qu'on recueille par le moyen de l'appareil pneumatique, & l'on prétend que cet air entroit auparavant dans la compoſition de l'acide. Quant à moi, je penſe que tous ces faits doivent s'expliquer de la manière ſuivante. L'expérience a démontré que chaque corps eſt pourvu d'une quantité déterminée de chaleur ſpécifique, quantité qui varie cependant plus ou moins dans le même corps, ſuivant qu'il eſt dans l'état de ſolide, de liquide ou de fluide (*élaſtique*) (§. XLVIII). Cela poſé, l'acide vitriolique, qui eſt ſous forme ſolide dans le ſoufre, devient liquide par la déflagration ; il reprend donc la quantité de chaleur propre à l'état liquide. Les chaleurs ſpécifiques du ſoufre & de l'acide vitriolique concentré, ſont entre elles comme 0, 183 & 0, 758 ; c'eſt-à-dire à-peu-près comme 1 & 4. L'acide mis à nud dans l'expérience précédente, contient le moins d'eau poſſible ; il n'en a que la quantité indiſpenſablement néceſſaire à ſa fluidité, & qu'il a enlevée à l'air & au mercure, qui ſont preſque toujours humides. Or, moins l'acide vitriolique contient d'eau, plus ſa chaleur ſpécifique diminue, tellement que dans ce cas-ci,

elle a dû ſans doute deſcendre plus bas que o, 758 ; ſuppoſons qu'elle ait baiſſé juſqu'à o, 549, le rapport que nous avons trouvé ci-devant, ſera comme 1 & 3. Il s'enſuit donc, que l'air vital entre dans la compoſition de la chaleur ſpécifique : il eſt clair également qu'il perd ſa forme aërienne par cette combinaiſon, & qu'il ne peut la reprendre que par la décompoſition ; autrement les alkalis & toutes les ſubſtances qui peuvent ſaturer l'acide, devroient l'en dégager ſous forme élaſtique, de la même manière que l'acide aërien ſe ſépare de la craie ; ils n'en dégagent cependant que de la chaleur, & nullement de l'air vital. Celui qui s'échappe tandis qu'on réduit le vitriol de mercure, provient peut-être de la décompoſition de la chaleur, comme nous le verrons plus clairement par la ſuite (§. XLVIII). Ainſi les principes prochains de l'acide vitriolique n'ont pas encore été ſéparés & mis à nud d'une manière convaincante ; car à l'égard de la matière, de la chaleur qui ſe retrouve dans cet acide, on peut aſſurer qu'on ne connoît juſqu'à préſent aucun corps, qui en ſoit totalement privé.

Parmi toutes les ſubſtances qu'on a eſſayées juſqu'à ce jour, l'acide vitriolique adhère plus fortement à

1] *La terre peſante cauſtique ;* cette ſubſtance miſe dans une diſſolution de tartre vitriolé, régénère à l'inſtant le ſpath peſant qui gagne le fond ; tandis que l'alkali végétal cauſtique reſte ſuſpendu dans la liqueur (fig. 1). Celui-ci, dans ſon état de pureté, ne peut pas décompoſer le ſpath peſant.

2] Vient enſuite *l'alkali végétal cauſtique.* Si l'on en verſe une quantité ſuffiſante dans une diſſolution de ſel de Glauber (*vitriol de ſoude*), & qu'on faſſe évaporer convenablement la liqueur, elle fournit du tartre vitriolé & de l'alkali minéral libre. Ce dernier, au contraire, ne peut pas enlever l'acide vitriolique à l'alkali végétal.

4] *L'alkali minéral cauſtique* précipite la baſe calcaire du gypſe ; l'expérience inverſe n'a pas lieu.

5] *La chaux vive* l'emporte ſur la magnéſie, puiſque le vitriol de magnéſie (*ſel d'epſom*), ſe décompoſe dans l'eau de chaux, & donne ſon acide à la chaux : celle-ci enleve également l'acide vitrolique à l'alkali volatil & aux métaux.

6] *La magnéſie cauſtique* miſe dans une diſſo-

lution de sel ammoniac secret (*vitriol ammoniacal*), paroît ne produire d'abord aucun changement reconnoissable par l'odeur; mais si on laisse pendant quelques jours le mélange dans un flacon bien bouché, on apperçoit distinctement l'odeur d'alkali volatil, dès qu'on vient à l'ouvrir : la différence des forces est cependant si petite, que pour peu que celle de la première substance diminue, ou que celle de la seconde augmente, l'ordre de leurs affinités est totalement renversé; c'est pourquoi il arrive souvent que l'alkali volatil caustique précipite la magnésie vitriolée; car il est très-difficile d'obtenir ce sel parfaitement pur : il tient toujours un peu d'acide aërien ou de chaux vive, & dans les deux cas, il doit former un précipité : il agit dans le premier par une affinité double (§. V), & dans le second, par une affinité simple, comme nous venons de le voir (5); mais la principale cause de la précipitation, & qui a toujours son effet, c'est la production d'un sel triple beaucoup moins soluble, dont nous avons fait mention ci-devant (§. VIII.).

7] *L'alkali volatil caustique* précipite l'argille de sa combinaison avec l'acide vitriolique; il précipite aussi le zinc, à moins qu'il ne soit en si grande quantité, qu'il ne puisse redissoudre le

précipité (§. VII.). On peut dire la même chose à l'égard des autres métaux ; mais la précipitation n'eſt pas douteuſe, lorſque le précipité métallique eſt inſoluble dans l'alkali volatil. Comparez d'ailleurs ce que nous dirons de l'alkali volatil (§§. XVI & XXXIX.).

8] *L'argille pure*, c'eſt-à-dire, la terre de l'alun digérée ſuffiſamment dans une eau alkaline & bien lavée enſuite. J'ai déjà parlé aſſez au long de la manière dont s'opère la précipitation de l'alun par le zinc, le fer & quelques autres métaux (§. VI.). Au reſte, les chaux métalliques paroiſſent avoir avec les acides, le même dégré d'affinité, que l'argille ; du moins j'ai tenté vainement de décompoſer le vitriol de cuivre par l'argille ; la chaux de cuivre, au contraire, colore à la vérité la diſſolution d'alun, & y produit un ſédiment blanc ; mais cet effet n'eſt dû qu'à l'excès d'acide, comme nous l'avons expliqué.

9—23] C'eſt peut-être ici la place que doivent occuper les *chaux métalliques*. Dans toutes les tables des attractions qui ont été publiées juſqu'à ce jour, & même dans celle que je donnai en 1755, les métaux ſe trouvoient placés dans les colonnes des acides ; mais après avoir

examiné la choſe de plus près, je me crois obligé de les exclure à préſent. Perſonne n'ignore, pour peu qu'il ſoit initié dans la Chymie, que ces ſubſtances ſont attirées & diſſoutes par les acides ; mais il faut bien faire attention qu'elles ne ſe combinent pas avec ces menſtrues, dans leur entier, & ſans rien perdre, comme on l'a cru ; car une partie de l'acide enleve le phlogiſtique, tandis que l'autre s'unit au métal calciné ; ainſi, puiſque les métaux n'adhèrent aux différens menſtrues, qu'autant qu'ils ſont privés en grande partie d'un de leurs principes, & mutilés, pour ainſi-dire, on ne peut plus compter cette opération parmi les affinités ſimples. De même les précipitations des métaux les uns par les autres, ont été mal entendues juſqu'à préſent. Lorſque j'obſervai pour la première fois, il y a quelques années, que l'ordre reſpectif des affinités des métaux étoit le même pour tous les acides, je fus très-ſurpris de trouver un tel accord, parce que je ſavois d'ailleurs qu'ils différoient entre eux à pluſieurs égards, par rapport aux terres & aux alkalis ; c'eſt pourquoi je commençai dès-lors à ſoupçonner que l'ordre des précipitations métalliques ne dépendoit pas du choix de l'acide ; mais qu'elle tenoit à une toute autre cauſe. Je ſuis maintenant aſſuré que cette cauſe n'eſt que la force plus ou moins vive avec la-

quelle les chaux de chaque métal tenu en dissolution, saisissent le phlogistique du métal précipitant. J'en ai parlé ailleurs (1), & j'y reviendrai plus au long par la suite (§. XLVII.). J'ai donc eu raison de rejetter les métaux; faut-il pour cela rejetter aussi leurs chaux? Celles-ci sont réellement dissoutes, & il paroît naturel que le même acide trouve assez de différence entre seize espèces de chaux métalliques, pour en préférer quelques-unes, & s'en emparer plus avidement que des autres. Mais comme le raisonnement peut induire en erreur, s'il n'est appuyé du témoignage de l'expérience, j'ai fait des essais avec les chaux métalliques, principalement avec celles d'argent & de cuivre: j'ai préparé d'abord une dissolution d'argent par l'acide nitreux, saturée autant qu'il est possible; cependant je n'ai pu l'amener au point de ne pas rougir la teinture de tournesol; il est vrai qu'on peut à peine enlever cet excès d'acide sans décomposer le sel métallique. J'ai mis dans cette dissolution du cuivre calciné par le feu, & j'ai fait digérer le tout à chaud pendant plusieurs jours; & quoique la chaux de cuivre ne se soit dissoute que lentement, au point de colorer la liqueur en bleu, il ne s'est manifesté aucun signe de précipita-

(1) *Diss. de Phlogisti copia in metallis.* §. II.

tion. Une autre diſſolution d'argent également ſaturée, ſe chargea de beaucoup de mercure calciné, qu'on appelle ordinairement *précipité per ſe*, & ne perdit pas ſa tranſparence ; je mis enſuite de l'argent précipité par l'alkali cauſtique, dans de l'acide nitreux ſaturé de cuivre ; mais il y eut très-peu de diſſolution, & point de précipitation. Les acides paroiſſent donc ſe combiner avec toutes les chaux métalliques *indifféremment*, pourvu qu'elles aient perdu une quantité convenable de phlogiſtique ; car le plus ou le moins occaſionnent quelquefois des différences notables. Lorſqu'on emploie l'acide nitreux, il arrive ſouvent qu'une chaux calcinée au point d'être ſoluble dans l'acide, perd encore peu-à-peu de ſon phlogiſtique au-delà de ce terme, & ſe précipite bientôt après. Il faut obſerver avec beaucoup d'attention de ſemblables phénomènes, qui dépendent de la nature particulière de certaines ſubſtances, de peur d'en tirer de fauſſes conſéquences. J'ai déjà fait remarquer ailleurs, que les chaux métalliques s'attirent mutuellement, ſurtout celles de cuivre & de zinc (1). Ces combinaiſons diſſoutes par le même acide, donnent ſans doute des ſels triples qui méritent d'être mieux examinés.

J'ai rangé les chaux métalliques ſuivant l'ordre

(1) *Ibid.* §. V. *D.*

qu'elles obſervent dans leurs précipitations, parce qu'il n'eſt pas inutile de le connoître ; mais j'ai effacé les lignes horizontales, pour montrer qu'on n'a pas encore trouvé, que les acides aient une attraction plus forte, pour les unes que pour les autres.

24] Je place ici l'*eau*, parce qu'elle diſſout tous les vitriols & qu'elle les rend, par la cryſtalliſation, tels qu'ils étoient auparavant. Je ſais bien que le mercure, l'étain, le biſmuth & l'antimoine, ſont précipités de l'acide vitriolique par le moyen de l'eau ; mais je dois obſerver en même-tems qu'il en faut une très-grande quantité pour enlever d'abord l'excès d'acide qui eſt ſpécialement néceſſaire à ces ſels, & qui y tient plus foiblement, & pour attaquer enſuite la plus grande partie du reſte à l'aide de la chaleur ; au lieu que ſi on l'emploie à la doſe qui convient, elle ne trouble pas ces diſſolutions. L'acide vitriolique, comme on ſait, ne peut pas être totalement dépouillé de ſon eau ſuperflue par l'ébullition, il en retient toujours au-delà d'un cinquième de ſon poids ; ainſi cette quantité eſt préciſément le moins d'eau poſſible, dans les diſſolutions métalliques. Au reſte une ſuffiſante qnantité d'eau pourroit peut-être décompoſer, avec le tems, tous les vitriols, & dans ce cas, il faudroit lui donner une autre place, à

moins que quelque cauſe ne concourût en même-tems à cette décompoſition.

25] Le *phlogiſtique* vient enfin le dernier ; quoique la plupart des modernes lui aſſignent le premier rang ; je ne connois cependant aucune expérience de laquelle on puiſſe conclure avec certitude, que le phlogiſtique eſt capable de décompoſer les ſels neutres & moyens, ſoit terreux, ſoit métalliques, par la voie humide & par ſon affinité avec l'acide qui entre dans leur compoſition. L'acide vitriolique l'attire fortement à la vérité, comme on en peut juger par la couleur brune qu'il prend dès qu'il vient à toucher la plus petite molécule huileuſe, libre, ou même intimement combinée à d'autres ſubſtances ; mais une ſuffiſante quantité d'eau peut empêcher cette altération & même la faire diſparoître, quoiqu'elle exiſte depuis long-tems. D'ailleurs cet acide, même le plus concentré, n'attaque le principe inflammable du charbon qu'à un degré de chaleur déterminé ; & ſi les métaux perdent une partie de leur phlogiſtique en ſe diſſolvant dans ce menſtrue, cet effet n'a lieu qu'à l'aide de la chaleur, de celle du moins qui eſt excitée par la diſſolution ; & nous avons déjà obſervé que cette perte eſt néceſſaire pour qu'ils ſe diſſolvent (§. V), ce que nous confirmerons bientôt (§. XIII).

31] Par *la voie sèche*, le *phlogistique* occupe le premier rang ; car le tartre vitriolé, le sel de Glauber, le spath pesant & la sélénite, perdent leur acide, par l'intermède du principe inflammable des charbons, au moyen d'une chaleur suffisante.

32] Il est probable que la *terre pesante* décompose aussi le tartre vitriolé par cette voie, quoique l'expérience n'en ait pas été faite.

33] *L'alkali fixe végétal* chasse l'alkali volatil.

34] *L'alkali minéral* produit le même effet ; mais on ne s'est pas encore assuré s'il cède à l'alkali végétal.

35] *La chaux vive* &

36] *La magnésie caustique* enlèvent l'acide du vitriol ammoniacal.

37] Il est probable que tous les *métaux*, ou plutôt leurs chaux, chassent également l'alkali volatil, & qu'il se dégage dans l'état caustique : c'est ce qu'on a tenté avec l'étain, le cuivre, le fer & quelques autres.

38] *L'alkali volatil.*

39] *L'argille pure* ne peut enlever l'acide aux ſels vitrioliques ammoniacaux.

§. XIII.

Deuxième Colonne.

L'acide vitriolique phlogiſtiqué.

Les anciens ont dit, d'une manière emphatique & vraie, que le phlogiſtique donnoit des aîles à l'acide vitriolique; en effet cet acide, qui demandoit auparavant un feu aſſez violent pour ſe ſublimer, s'évapore ſpontanément dès qu'il eſt combiné avec ce principe. Mais les effets varient ſingulièrement, ſuivant les différentes proportions. L'acide vitriolique ſaturé de principe inflammable, conſtitue le ſouffre commun. Si ce principe eſt moins abondant, il en réſulte l'acide vitriolique aëriforme, connu auſſi ſous le nom *d'air* ou *gas acide vitriolique;* ce fluide reçu dans l'appareil au mercure, ne peut ſe condenſer en liqueur par le froid; il eſt ſi léger, que ſa gravité ſpécifique ne va pas au-delà de 0,00246; il éteint la flamme & fond le camphre à l'inſtant. 100 grains d'eau diſtillée en prennent à peine 5 de cet acide aëriforme; c'eſt cette liqueur que j'appelle, pour la diſtinguer, *acide vitriolique phlogiſtiqué.* Elle gèle

preſque au même degré de froid que l'eau pure ; & ce qu'il y a d'étonnant, la glace retient cet air acide qui, d'ailleurs, ſe ſépare toujours de l'eau dans un vaſe découvert. Il faut auſſi remarquer que cet acide expoſé au feu, dans un tube fermé hermétiquement pendant l'eſpace de vingt jours, dépoſe une légère portion de ſoufre (1). La décompoſition de la chaleur n'agiroit-elle pas dans cette circonſtance ?

L'acide vitriolique, traité au feu d'une manière convenable avec la plupart des ſubſtances qui contiennent le principe inflammable, peut s'en emparer & ſe phlogiſtiquer ; l'acide aërien ne peut pas l'amener à cet état. Le phlogiſtique produit donc ici de grands changemens, puiſqu'une liqueur qui étoit fixe, peſante, inodore, & d'une acidité très-forte, devient élaſtique, légère, tellement volatile, qu'elle ſuffoque preſque par ſon odeur pénétrante & ſi affoiblie d'ailleurs, que l'acide végétal peut lui enlever ſes baſes alkalines. Je n'ai encore pu éprouver ſi ce changement faiſoit varier les attractions électives ; je ſais que cet acide phlogiſtiqué diſſout les alkalis, que l'alkali fixe cauſtique & la chaux pure, en chaſſent l'alkali volatil, & que l'eau de chaux

(1) *Prieſtley, Exper.* V. 1.

en précipite la magnéſie ; c'eſt pourquoi je place les autres ſubſtances comme dans la colonne précédente, juſqu'à ce que l'expérience ait déterminé leur ordre reſpectif. Les ſels neutres, & les ſels moyens terreux, formés par cet acide, diffèrent un peu, quant à la figure, la ſaveur & les autres propriétés, de ceux qui contiennent l'acide vitriolique pur ; cette différence s'évanouit avec le tems, parce que le phlogiſtique ſe diſſipe peu-à-peu.

Comme tous les métaux doivent néceſſairement perdre une quantité déterminée de phlogiſtique (quantité qui varie ſuivant l'eſpèce) pour devenir ſolubles : puiſque aucun ne ſe diſſout dans l'acide vitriolique, ſous forme de régule, ſans donner ou du gas inflammable ou de l'acide vitriolique aëriforme (*l'acide ſulphureux volatil*) ; tandis que s'ils ſont privés d'avance d'une portion convenable de phlogiſtique, non-ſeulement ils ſe diſſolvent tous plus facilement & ſans aucune perte ultérieure de principe inflammable ; mais les ſels qu'ils donnent ſont abſolument les mêmes que dans le premier cas ; il s'enſuit néceſſairement que l'acide vitriolique phlogiſtiqué ne doit pas attaquer les métaux à l'etat de régule : c'eſt auſſi ce qu'ont prouvé les expériences faites à ce ſujet. Le zinc, qui ſe diſſout d'ailleurs très-facilement dans l'acide vitriolique affoibli, ſe convertit inſenſible-

ment en une poudre blanche qui paroît insoluble dans les acides vitriolique & marin, lorsqu'on le fait dissoudre dans l'acide vitriolique phlogistiqué convenablement. Il faut pour cela que chaque molécule acide soit chargée de phlogistique, sans quoi celles qui en sont dépourvues agissent d'abord à la manière de l'acide vitriolique ordinaire; mais la dissolution cesse aussi-tôt qu'elles sont saturées. On dit cependant que cet acide attaque le zinc lorsqu'on emploie la chaleur, & qu'il en dégage du gas inflammable; mais je n'ai pas encore vu cet effet. L'acide vitriolique phlogistiqué dissout les fleurs de zinc; le fer se comporte de même, excepté qu'il est à peine attaqué lorsqu'il est trop *calciné*. Le cuivre ne subit aucun changement visible dans ce menstrue. Les précipités métalliques, obtenus par les alkalis, ne doivent pas être considérés comme des régules infiniment divisés; car ils sont toujours plus ou moins privés de phlogistique : c'est ce qui paroît clairement, soit par tout ce que nous venons de dire, soit en comparant ces précipités avec ceux qu'on obtient en faisant la précipitation par un autre métal; car ces derniers en diffèrent totalement par leur nature & par leur brillant métallique. C'est pourquoi je ne doute pas que l'acide vitriolique phlogistiqué ne s'empare des métaux calcinés à propos; je suis cependant forcé d'avouer que tous ces phéno-

mènes n'ont pas encore été examinés en particulier, avec toute l'attention qu'ils méritent. Cet acide volatil ne ſoutient pas les épreuves par la voie sèche.

§. XIV.

Troisième Colonne.

L'acide nitreux.

1] Il en eſt de cet acide comme du vitriolique; ſes principes prochains paroiſſent liés ſi étroitement, qu'on n'a pas encore pu parvenir à les reconnoître d'une manière inconteſtable (1). Il donne à la vérité beaucoup d'air vital lorſqu'on l'expoſe au feu avec différentes ſubſtances; mais il reſte toujours à ſavoir ſi cet air étoit à nud dans l'acide, ou s'il s'eſt formé de celui-ci ſuffiſamment phlogiſtiqué. Nous diſcuterons cette queſtion dans la ſuite (§. XLVI): il exerce ſes attractions élec-

(1) Le Comte de Saluces a bien voulu me faire part de ſon opinion ſur la génération du nitre, dans une lettre qu'il m'a écrite à ce ſujet; mais comme il n'a point encore publié les proportions qu'il emploie, je n'ai pas pu me procurer le plaiſir de voir la choſe par moi-même. Tout nouvellement M. Thouvenel, qui a remporté le prix propoſé par l'Académie des Sciences de Paris, a fait l'acide nitreux avec la vapeur putride & l'air atmoſphérique.

tives à-peu-près dans le même ordre que l'acide vitriolique.

2] *La terre pesante caustique* ne peut être séparée de l'acide nitreux par l'alkali fixe végétal caustique. Lorsque ce dernier contient un peu d'acide méphitique, il la précipite par une double affinité; mais s'il en contient une trop grande quantité, le précipité se redissout.

3] *L'alkali végétal caustique* décompose le nitre quadrangulaire, & donne du nitre prismatique.

4] *L'alkali minéral caustique* précipite le nitre calcaire.

5] *La chaux vive* décompose le nitre de magnésie.

6] *La magnésie caustique* chasse l'alkali volatil du nitre ammoniacal.

7] *L'alkali volatil caustique* précipite l'argille, le zinc & les autres métaux.

8] La place que doivent occuper *l'argille* & les substances suivantes, n'a pas encore été suffisamment examinée.

9—24] *Les métaux* calcinés comme il convient.

25] *L'eau* paroît empêcher en quelque façon l'accès de la matière inflammable. L'acide nouvellement retiré du nitre par le moyen de l'acide vitriolique, contient à-peu-près les deux tiers de ſon poids d'eau.

26] L'acide nitreux enlève très-facilement aux métaux la portion de *phlogiſtique*, qui s'oppoſe à leur diſſolution ; il paſſe même ſouvent les bornes, lorſqu'il eſt aidé par la chaleur ; de ſorte qu'il les calcine trop & ne peut plus les tenir diſſous. C'eſt ainſi qu'il diſſout d'abord très-vivement l'étain & l'antimoine, & qu'il les laiſſe précipiter bientôt après.

Autant que j'ai pu m'en aſſurer juſqu'ici, l'acide nitreux ſuit par la voie sèche, l'ordre que nous avons établi dans la première colonne. Le phlogiſtique occupe le premier rectangle ; car dans la détonnation, l'acide quitte la terre peſante & l'alkali végétal, pour s'unir au phlogiſtique. Nous n'examinerons pas ici s'il eſt converti en air vital, mais la déflagration qui a lieu même dans le vuide, & ſon intenſité, ſont des preuves convainquantes de la préſence de cet air, qui paroît ſe convertir totalement en chaleur, puiſque le nitre en détonnant avec le charbon dans des vaiſſeaux fermés, ne donne que de l'acide aërien,

&

& de l'air vicié (*mofette*), & preſque point d'air capable d'entretenir le feu & la reſpiration.

§. XV.

Quatrième Colonne.

L'acide nitreux phlogiſtiqué.

L'acide nitreux, ſur-tout s'il eſt concentré, eſt très-avide du principe inflammable, & lorſqu'il en eſt chargé, il donne des vapeurs rouges, & prend lui-même une couleur rougeâtre, qu'on peut cependant enlever de telle ſorte par une *diſtillation lente*, que l'acide devient tranſparent & ſans couleur, comme l'eau la plus limpide: dans cet état, il porte à juſte titre, le nom d'acide nitreux *pur*. Cette couleur, qui s'eſt ainſi diſſipée, reparoît très-facilement à la plus légère addition du principe inflammable; & même la ſeule expoſition au ſoleil, ſuffit pour donner en peu de tems à l'acide une couleur jaunâtre, & lui faire lâcher des vapeurs rutilantes, comme M. Schéele l'a obſervé. L'acide nitreux fumant eſt d'ailleurs une preuve évidente, que les diverſes couleurs dépendent du plus ou moins de denſité du phlogiſtique. En effet, ſi l'on étend l'acide nitreux rutilant & bien concentré, d'un

quart de ſon volume d'eau diſtillée, il devient d'un beau verd, & donne encore des vapeurs rouges : une quantité d'eau égale à ſon volume ou un peu plus, le rend bleu ; enfin une quantité d'eau double, ou triple, le décolore entièrement. La vapeur rouge, qui ſe dégage ſpontanément de cet acide, ou qui s'en échappe au moyen de la chaleur, conſerve ſon élaſticité dans les vaiſſeaux fermés, & ne ſe condenſe pas en liqueur par le froid : c'eſt ce que je crois devoir appeller *acide nitreux aëriforme* (*air acide nitreux*). L'eau l'abſorbe en entier, & devient bleue, lorſqu'elle en contient une certaine doſe : une plus grande la fait paſſer au verd ; enfin l'eau qui en eſt parfaitement ſaturée, devient jaune, & ſon volume ſe trouve alors augmenté d'un tiers. Telles ſont les variétés de l'acide nitreux phlogiſtiqué. Celui qui eſt bleu, donne ſpontanément de l'air nitreux (*gas nitreux*) ; le verd en donne à peine, & le jaune n'en donne point du tout. Un fait très-digne de remarque, c'eſt que le gas nitreux ſurpaſſe ſouvent dix fois le volume de l'acide nitreux phlogiſtiqué d'où on l'a retiré, quoique l'eau n'en puiſſe prendre qu'un dixième (1).

(1) *Prieſtley, Vol.* III.

L'acide nitreux jaune, expoſé au feu dans un tube ſcellé hermétiquement, prend une couleur plus foncée ; le verd ou le bleu deviennent jaunes ; mais la couleur primitive reparoît après le refroidiſſement. Si l'on continue le feu plus long-tems, la couleur que l'acide acquiert, eſt permanente, & ne ſe diſſipe plus, à meſure que l'acide ſe refroidit. On peut auſſi décolorer l'acide par le même procédé ; la matière qui la colore, s'en dégage ſous forme de vapeurs rouges, que l'acide abſorbe de nouveau en ſe refroidiſſant, à moins que le feu trop long-tems continué, ne les ait dénaturées (1).

L'acide nitreux phlogiſtiqué diſſout les ſubſtances alkalines & les métaux ; mais il y adhère très-foiblement (§.XXXVII). Il diſſout les métaux dans des vaſes découverts, malgré le phlogiſtique auquel il eſt combiné, pourvu qu'on l'employe en quantité ſuffiſante, & qu'il ne ſoit pas complétement ſaturé de principe inflammable ; car les parties de l'acide, qui ſont chargées de cette matière ſubtile, ou qui l'enlèvent aux métaux, s'exhalent ; & d'ailleurs ce menſtrue attaque principalement les métaux, à raiſon de leur partie inflammable, puiſqu'il refuſe de les

(1) *Prieſtley.*

diſſoudre lorſqu'ils ſont calcinés au-delà d'un certain terme. La chaux de magnéſi, (*manganéſe*), connue autrement ſous le nom de *magnéſie noire*, montre clairement l'effet que peut produire une doſe déterminée de phlogiſtique, car cette chaux contient très-peu de ce principe; auſſi l'acide nitreux n'en diſſout qu'une petite portion à peine ſenſible, à moins qu'on n'ajoute du ſucre, du miel, ou d'autres ſubſtances capables de fournir le principe inflammable qui lui manque; au contraire, l'acide nitreux phlogiſtiqué la diſſout complétement. Ces diſſolutions précipitées par les alkalis, donnent une poudre blanche très-ſoluble dans les acides, mais qui noircit au feu, & reprend les propriétés de la magnéſie noire: cette poudre blanche n'eſt donc autre choſe que de la chaux de magnèſe elle-même, pourvue d'autant de phlogiſtique qu'il lui en faut pour ſe diſſoudre dans les acides purs, au lieu que le régule en eſt ſurchargé, puiſque l'acide nitreux donne des vapeurs rouges en le diſſolvant. Le mercure diſſous à froid par l'acide nitreux, fournit ſpontanément des cryſtaux, l'alkali volatil le précipite en noir, & il diffère ſous beaucoup d'autres rapports, de celui qui a perdu une plus grande quantité de phlogiſtique, parce qu'on a employé la chaleur pour le diſſoudre.

On peut dire à-peu-près la même choſe du fer & de quelques autres métaux : aucun ne peut ſe diſſoudre, qu'autant qu'il perd une partie de ſon principe inflammable, & ſi cette perte va trop loin, la diſſolution n'a pas lieu, ou bien elle diffère conſidérablement de la véritable. L'ordre des affinités de cet acide n'ayant pas encore été ſuffiſamment examiné par les expériences qui conviennent, nous l'avons laiſſé comme dans les précédens.

§. XVI.

Cinquième Colonne.

L'acide marin (muriatique).

1] L'acide marin, ou acide du ſel, n'eſt que de l'eau plus ou moins chargée de gas acide marin. Ce gas qu'on appelle auſſi, à juſte titre, *acide marin aëriſonne*, s'abſorbe facilement dans l'eau diſtillée, qui peut en prendre à-peu-près la moitié de ſon poids, & qui forme alors *l'acide marin phlogiſtiqué*, ou *acide marin ordinaire*. A l'inſtant où cet acide vient d'être dégagé du ſel, par le moyen de l'acide vitriolique, il tient ordinairement les trois quarts de ſon poids d'eau. Il paroît exercer ſes attractions dans le même

ordre que les précédens, quoique d'une manière plus obſcure dans certains cas.

2] *La terre peſante*, diſſoute dans l'acide du ſel, n'eſt nullement précipitée par l'alkali végétal pur.

3] *L'alkali végétal cauſtique* chaſſe l'alkali minéral. (*Voy. les fig.* 3, & 32.).

4] *L'alkali minéral pur* fait quitter priſe à la chaux. (Fig. 4).

5] *La chaux pure* ſépare la magnéſie, l'alkali volatil & les métaux.

6] *La magnéſie pure* doit paſſer avant l'alkali volatil, par la raiſon que nous avons rapportée ci-deſſus. L'acide marin, la magnéſie & l'alkali volatil mêlés enſemble dans de juſtes proportions, ſe combinent intimement, & forment un ſel triple; il ſuit de-là que, pour atteindre cette exacte proportion, il ſe précipite toujours un peu de magnéſie, lorſqu'on ajoute de l'alkali volatil, même le plus pur; mais la quantité qui ſe précipite, n'eſt préciſément que la portion néceſſaire pour arriver à ce but.

7] *L'alkali volatil pur* ne peut rien contre la

chaux (*fig.* 5). Au contraire, lorſqu'il eſt aëré, il la précipite par une affinité double (*fig.* 36). Il précipite les métaux.

8] *L'argille.*

9—24] *Les chaux métalliques.*

25] *L'eau.* (Voy. §. XII).

26] Nous verrons bientôt dans le §. XVII. comment *le phlogiſtique* ſe comporte avec l'acide du ſel. Quelques-unes des ſubſtances rapportées dans les colonnes précédentes, ne ſe trouvent *plus dans celles* qui vont ſuivre, parce qu'elles ne ſont pas ſolubles dans chaque menſtrue en particulier; mais j'ai laiſſé vuides les rectangles qu'elles auroient dû occuper, afin qu'on apperçoive mieux la différence au premier coup-d'œil.

On peut conjecturer que, pour la voie sèche, le même ordre s'obſerve ici que dans la première & la troiſième colonne, juſqu'à ce que l'expérience ait prouvé le contraire. Je ne doute pas que les métaux volatils n'agiſſent les uns à l'égard des autres, & avec les autres métaux fixes, d'une manière toute différente par la voie sèche

que par la voie humide. Tous décompoſent le ſublimé corroſif par une double affinité, comme nous l'avons expliqué à l'égard de l'antimoine (§. V.), & ſans doute qu'il en eſt de même du plomb, de l'argent & des autres métaux ſaturés d'acide marin, qui donnent du beurre d'antimoine, en les diſtillant avec ce dernier métal. Si l'on ignore cette cauſe, il eſt impoſſible d'entendre les expériences de Pott, qui prouvent qu'on obtient du beurre d'arſenic, en diſtillant ſon régule avec le ſublimé corroſif, au lieu que l'arſenic blanc n'en donne pas du tout; mais cette cauſe une fois connue, ces phénomènes n'ont plus rien d'obſcur.

§. XVII.

Sixième Colonne.

L'acide marin déplogiſtiqué.

L'illuſtre Stahl met le phlogiſtique au nombre des principes prochains de l'acide nitreux. Toutes les expériences qui ont été faites depuis, prouvent à la vérité, que cet acide eſt très avide du principe inflammable; mais nous n'en pouvons rien conclure par rapport à ſa compoſition, à moins d'admettre l'axiome ordinairement faux

& démenti par les faits, que *l'attraction eſt plus forte, entre les compoſés qui ont quelques principes communs de même nature, qu'entre ceux dont tous les principes ſont entièrement différens.* Le vitriol de Mars, par exemple, n'eſt pas ſoluble dans l'eſprit-de-vin ; au contraire, ſa leſſive (*eau-mère*) déphlogiſtiquée, s'y diſſout très-bien, pour ne rien dire d'une infinité d'autres faits qui prouvent la fauſſeté de cet axiome. Perſonne du moins n'a ſoupçonné, d'après un tel raiſonnement, l'exiſtence du phlogiſtique dans l'eſprit de ſel, qui refuſe ſi obſtinément ce principe volatil ; c'eſt cependant un fait bien prouvé à préſent, par la découverte de l'ingénieux Schéele (1). En effet, la manganèſe, que nous avons déjà conſidérée comme preſque entièrement privée de phlogiſtique, l'attire néanmoins ſi fortement, qu'elle décompoſe l'acide marin, lorſqu'elle eſt aidée par la chaleur de la digeſtion ; puiſqu'elle ſe diſſout parfaitement dans cet acide, & que l'alkali la précipite en blanc, ce qui démontre invinciblement qu'elle a repris du phlogiſtique. L'acide ainſi déphlogiſtiqué, donne une vapeur légèrement rouſſeâtre, ſi on la regarde en grande maſſe, qui a preſque l'odeur de l'eau régale chaude : elle ſe diſſout difficilement dans

(1) *Mém. de Stockh.*

l'eau, en la traverſant, & la rend à peine acide; mais ſi on la laiſſe en contact avec elle pendant douze heures, dans un vaiſſeau renverſé, elle s'y abſorbe à un cinquième près, qui n'eſt que de l'air commun. Celle qui vient de traverſer l'eau; conſerve encore ſon pouvoir diſſolvant; mais elle agit beaucoup plus efficacement, lorſqu'elle n'a pas été lavée; c'eſt pourquoi il faut la recevoir dans des verres cylindriques, qu'on adapte ſucceſſivement au bec de la cornue, & qu'on ferme avec des bouchons de verre, dès qu'ils ſont remplis. L'on a ſoin d'y mettre auparavant un peu d'eau, pour abſorber le gas acide marin, qui paſſe avec la vapeur d'acide marin déphlogiſtiqué. Les ſubſtances qu'on a deſſein d'expoſer à l'action de cette vapeur, doivent être introduites dans les récipiens avec les bouchons.

L'acide marin déphlogiſtiqué, attaque vivement les corps phlogiſtiques; il blanchit toutes les couleurs végétales, jaunit le vitriol verd, diſſout directement tous les métaux, & forme avec eux les mêmes ſels qu'auroit donné l'acide marin ordinaire: il en eſt de même à l'égard des terres & des alkalis; il change l'arſenic blanc en acide arſenical liquide (§. XX). Enfin il reprend toujours ſa première forme, dès qu'il a réparé ſa perte; de ſorte que cette vérité eſt ſuf-

fiſamment prouvée par l'analyſe & par la ſynthèſe. Il faut bien remarquer que le nom d'acide marin déphlogiſtiqué, proprement dit, ne convient qu'au fluide élaſtique jaunâtre, & non à la liqueur du récipient; car quoique celle-ci ait abſorbé une petite portion du fluide élaſtique, elle eſt cependant formée pour la plus grande partie, d'acide marin ordinaire. L'acide nitreux peut auſſi déphlogiſtiquer l'acide marin (§. XVIII).

Puiſque l'acide marin déphlogiſtiqué, forme avec les alkalis, des ſels abſolument ſemblables à ceux qui contiennent l'acide marin ordinaire, *c'eſt une preuve que ces ſubſtances contiennent* du principe inflammable, pour ſuppléer celui qui manque à cet acide. La propriété qu'il a de diſſoudre tous les méraux, confirme bien ce que j'ai déjà dit pluſieurs fois, concernant la quantité de phlogiſtique, que les métaux doivent perdre, pour devenir ſolubles dans les acides. Il paroît que les métaux ſuivent, à l'égard de celui-ci, l'ordre inverſe de leurs forces d'adhéſion avec le phlogiſtique; c'eſt par des expériences faites à ce ſujet, que l'on décidera ſi cet ordre eſt le même que pour les acides précédens. Sa volatilité l'empêche d'agir par la voie sèche.

L'acide du ſel étant déjà ſuffiſamment pourvu

de phlogiſtique, refuſe d'en admettre une plus grande doſe, tandis qu'il reſte dans l'état liquide ; au contraire, dès qu'il eſt ſous forme élaſtique, préſentant une plus grande ſurface, & débarraſſé de ſon enveloppe aqueuſe, il paroît non-ſeulement capable d'en prendre davantage, mais même l'attirer fortement, & devenir inflammable lorſqu'il en eſt aſſez chargé. Quelqu'un pourroit peut-être ſoupçonner, que l'acide marin déphlogiſtiqué n'eſt autre choſe que l'air acide marin; j'ai cependant trouvé une grande différence, en comparant ces deux ſubſtances ; car la première n'eſt pas abſorbée par l'eau tout-d'un-coup, mais lentement ; elle ne devient pas inflammable, en dépouillant peu à peu le phoſphore de ſon phlogiſtique ; elle l'attaque à l'inſtant, le réduit en vapeurs blanches, & redevient eſprit de ſel aëriforme ; elle ne fond ni la glace, ni le camphre ; elle ne produit aucun changement ſur le nitre & l'alun, pour ne rien dire des autres différences qu'elle préſente, & dont les principales ont été rapportées ci-devant. Si l'on mêle l'acide marin avec une moitié de manganèſe, & que l'on faſſe bouillir légèrement ce mélange, l'acide qui paſſe au commencement de l'opération, recueilli au moment où l'odeur d'eau régale ſe fait diſtinctement ſentir, contient à-peu-près $\frac{2}{10}$ d'air commun ; celui qu'on

reçoit vers la fin de l'opération, en contient à peine $\frac{1}{8}$. Le gas nitreux ne diminue preſque pas d'une manière ſenſible, l'air vicié qui étoit mêlé à la vapeur déplogiſtiquée.

§. XVIII.

Septième Colonne.

L'eau régale.

Il n'eſt pas difficile à préſent, d'expliquer pourquoi l'acide nitreux & l'acide marin mêlés enſemble, diſſolvent l'or, quoique ni l'un ni l'autre ne puiſſe l'attaquer ſéparément. En effet, ce *métal*; *le plus parfait de tous*, peut devenir ſoluble dans pluſieurs menſtrues, auſſi-tôt qu'il a perdu une partie de ſon phlogiſtique. Or l'acide nitreux, qui eſt très-avide de ce principe, décompoſe facilement l'acide marin libre, ou combiné avec une baſe : ce qu'on reconnoît, tant par l'odeur de l'eau régale chaude, qui eſt abſolument ſemblable à celle de l'acide marin déphlogiſtiqué, que par ſes effets; puiſque ce menſtrue, dépouillé de cette ſorte de ſon principe inflammable, peut réparer ſa perte par tous les métaux; c'eſt ainſi que l'or lui-même devient ſoluble, principalement dans l'acide marin (§. XVII). Auſſi les cryſtaux qu'on obtient en diſſolvant l'or

dans un mélange d'acide nitreux & de ſel marin (ces deux acides en donnent à peine, s'ils ſont mêlés enſemble ſans aucune autre combinaiſon), ne ſont formés que d'acide marin & d'or, pourvu qu'ils ſoient bien purifiés, & dégagés de tout ce qui pouvoit les altérer extérieurement. L'acide nitreux ne ſert donc ici qu'à déphlogiſtiquer, autant qu'il eſt néceſſaire, le véritable diſſolvant. Quelquefois cependant cet acide ſeul, & concentré par une longue ébullition, diſſout l'or infiniment diviſé, tel qu'il ſe trouve dans l'opération du départ : il attaque d'abord directement la partie inflammable, & s'unit enſuite à la chaux qu'il vient de former; mais celle-ci tient ſi foiblement, qu'elle ſe ſépare ſouvent d'elle-même, ou par la ſeule agitation; & c'eſt-là la véritable explication de l'expérience de Brandt, qui a découvert que l'or étoit ſoluble dans l'acide nitreux (1). Il n'eſt pas néceſſaire d'examiner en particulier toutes les diſſolutions par l'eau régale; nous obſerverons ſeulement, que ce diſſolvant compoſé ne donne pas toujours des ſels triples; car dans les cas où ſes deux acides peuvent agir chacun à part, leurs combinaiſons cryſtalliſent ordinairement ſéparément, du moins en partie.

(1) *Mém. de Stockh. 1748.*

Les attractions électives ſuivent ici le même ordre que nous avons décrit ci-devant.

§. XIX.

Huitième Colonne.[1]

L'acide ſpathique, fluorique, ou du fluor minéral.

La manière de retirer cet acide du ſpath fuſible, au moyen de l'acide vitriolique, eſt connue depuis long-tems (1). Il ſe dégage toujours ſous la forme de fluide élaſtique, & reſte dans cet état juſqu'à ce qu'il vienne à toucher l'eau qui l'abſorbe, comme elle abſorbe les autres fluides aëriformes, & qui donne, lorſqu'elle en eſt ſaturée, *l'acide ſpathique phlogiſtiqué*, capable de corroder peu-à-peu le verre, dont il attaque principalement la partie ſiliceuſe; il détruit cependant le verre beaucoup plus efficacement, tandis qu'il eſt ſous forme de vapeurs, ſur-tout s'il eſt chaud, & ſes vapeurs, quoique ſaturées de terre quartzeuſe, ne perdent pas pour cela leur tranſparence & leur forme élaſtique. Si l'eau l'abſorbe dans cet état, il dépoſe une partie de la terre ſilicée ſous la forme d'une poudre blanche, tandis que le reſte demeure diſſous dans la li-

(1) *Mém. de Stockh.* 1771. *Opuſc. Vol. II.*

queur. Diſcutons en peu de mots, ſi cet acide diffère de tous les autres, ou ſi ce n'eſt que l'acide marin lui-même, modifié par quelque baſe terreuſe: ſes propriétés particulières le diſtinguent de tout autre acide, & même de l'acide vitriolique & de l'acide marin, qui ſont les deux avec leſquels on l'a voulu confondre; car ſi on le rectifie par une diſtillation lente, après l'avoir fait digérer avec un peu de chaux d'argent, il ne donne avec les alkalis fixes, ni tartre vitriolé, ni ſel de Glauber, ni ſel fébrifuge, ni ſel marinſaturé de chaux; il régénère le ſpath vitreux ou fluor minéral; il forme avec la magnéſie, un ſel cryſtalliſable, un ſel pulvérulent avec la terre peſante, avec l'argille un ſel doux & ſous forme de gelée. Enfin il diſſout le quartz, qui eſt inſoluble dans tous les autres acides (§. XLIV).

Il eſt vrai, qu'il eſt ordinairement altéré par un peu d'acide marin, d'où dépend ſans doute la reſſemblance de leurs odeurs. Mais doit-on conclure que l'acide nitreux tire ſon origine de l'eſprit de ſel, parce qu'ils ſe trouvent tous deux dans l'eau régale? Le précipité infiniment petit, qu'il donne avec le nitre d'argent & le nitre mercuriel, montre clairement d'ailleurs, qu'il tient très-peu d'acide marin. L'acide fluorique ne

tire

tire pas ſon origine des acides vitriolique ou marin, autant que j'ai pu m'en aſſurer juſqu'ici par l'expérience ; du moins je ne peux pas comprendre pourquoi l'union intime d'une baſe terréuſe avec ces acides, produit une ſi grande différence. Nous ſavons que les acides ſont toujours plus ou moins adoucis, & perdent leur acrimonie par une telle combinaiſon. Pourquoi donc l'acide ſpathique, réduit en vapeur, attaque-t-il le verre lui-même juſqu'à le percer quelquefois, tandis qu'on n'a pu trouver cette force dans aucun autre acide, à quelque baſe qu'on l'ait combiné juſqu'à préſent ? Si quelqu'un prétendoit prouver, par l'exemple du nitre mercuriel (*pierre infernale*), du ſublimé corroſif & des autres ſels métalliques, que l'énergie de quelques acides eſt beaucoup augmentée par leur combinaiſon avec certaines baſes, ſon objection tomberoit bientôt en examinant la la choſe de plus près : car, outre qu'on peut prouver évidemment, par mille exemples, que l'activité des acides diminue en raiſon de leur ſaturation, & qu'il répugne d'ailleurs qu'elle ſoit augmentée par-là, nous n'attribuons aux ſels corroſifs, dont nous venons de faire mention, une force extraordinaire, que parce qu'ils attaquent les corps des animaux, qui viennent à les toucher. Mais la raiſon de cette cauſticité ſe trouve dans la déphlogiſtication des baſes métalliques

(§§. XV, XVII), qui peuvent s'emparer du phlogiſtique, qu'elles attirent fortement, quoiqu'il ſoit combiné avec d'autres ſubſtances, & qui modèrent en quelque ſorte, par leur union avec ce principe, l'excès de leur force attractive, que les acides ſont incapables de ſatuer. L'on connoît pluſieurs hypothèſes ſur l'origine des acides vitriolique & nitreux; mais elles ne ſont appuyées juſqu'à préſent, par aucun argument ſolide. Si je ne me trompe, il en ſera de même par la ſuite à l'égard de l'acide fluorique.

Les acides que nous venons de voir, attirent plus fortement les alkalis que les terres; mais ici commence un nouvel ordre. L'acide ſpathique, ſaturé d'alkali végétal, eſt décompoſé par l'eau de chaux, il en réſulte d'un côté le fluor minéral, & de l'autre l'alkali cauſtique. Les acides qui abondent en phlogiſtique, ſemblent préférer ordinairement la chaux vive aux alkalis. La terre peſante, ſaturée d'acide ſpathique, ſe diſſout dans une très-grande quantité d'eau bouillante: l'eau de chaux, verſée ſur cette diſſolution, enlève l'acide à la terre peſante; ce qui eſt facile à reconnoître, parce que la liqueur ſe trouble, & dépoſe la chaux fluorée, ou ſpath fuſible. Il paroît que ce menſtrue enlève la magnéſie à l'acide vitriolique, ce qui n'a pas lieu à l'égard de la

chaux ; de ſorte qu'on pourroit, par cette raiſon, placer la magnéſie avant la chaux ; mais cette expérience, répétée enſuite avec toute l'exactitude poſſible, n'a pas donné de précipité. Ainſi, celui qu'on avoit obtenu dans la première expérience, n'étoit peut-être que la terre filiceuſe qui ſe ſéparoit de l'acide, à meſure que celui-ci ſe délayoit davantage dans la diſſolution.

Par la voie sèche il ſe comporte comme les précédens, quoique l'ordre de ſes attractions reſte encore à déterminer par l'expérience. Il eſt certain néanmoins, que l'alkali fixe cauſtique ne décompoſe pas le ſpath fuſible (*fig.* 51) ; au lieu que l'alkali aëré produit cet effet par une double affinité (*fig.* 6).

§. XX.

Neuvième Colonne.

L'acide arſenical.

La belle découverte qui nous a fait connoître la compoſition de l'acide marin, nous a donné, en même-tems, une méthode pour obtenir l'acide de l'arſenic dans toute ſa pureté. Les ſels neutres arſenicaux du célèbre Macquer, montrent clairement, à la vérité, la nature acide de l'arſenic blanc ; cependant l'on n'avoit pas pu en retirer

l'acide pur, avant la découverte de l'acide marin déplophiſtiqué : c'eſt ce qui s'exécute à préſent par deux méthodes différentes : la première conſiſte à mettre dans une cornue de verre tubulée, capable de contenir quatre fois plus de matière, une partie de magnéſie noire pulvériſée, & trois parties d'acide marin, dont la gravité ſpécifique ſoit à celle de l'eau, à-peu-près dans le rapport de 5 à 4 ; on ajuſte au bec de la cornue un récipient qui contient d'avance, $\frac{1}{4}$ d'arſenic blanc réduit en poudre, & $\frac{1}{8}$ d'eau diſtillée. La cornue ſe place enſuite ſur un bain de ſable, & dès qu'elle vient à s'échauffer, la manganèſe déphlogiſtique à l'inſtant l'acide marin, qui reprend à ſon tour ce qui lui manque, en s'emparant du phlogiſtique de l'arſenic blanc. L'acide marin régénéré de cette manière, s'unit à une portion de l'eau, & diſſout une partie de l'arſenic ; l'acide arſenical s'empare du reſte de l'eau, à meſure qu'il ſe dégage, de ſorte que la liqueur du récipient ſe diviſe en deux couches diſtinctes, & l'arſenic qu'on y avoit mis, diſparoît en entier au bout de quelques heures. Il faut alors diſtiller cette liqueur à ſiccité dans une autre cornue. Ce qui paſſe dans le récipient, eſt compoſé de beurre d'arſenic & d'eſprit de ſel, bien diſtinct l'un de l'autre ; enfin le réſidu blanc qui ſe trouve dans la cornue, & qu'on doit faire rougir pour en chaſſer tout l'a-

cide marin, donne le véritable acide arſenical ſous forme sèche, mais facile à diſſoudre dans l'eau.

Voici l'autre méthode. Faites diſſoudre dans une cornue de verre tubulée, deux parties d'arſenic blanc pulvériſé, dans ſept parties d'acide marin, que vous ferez bouillir légèrement; reverſez enſuite dans la cornue la liqueur qui aura paſſé dans le récipient qui étoit lutté à ſon bec: ajoutez-y en même-tems trois parties $\frac{1}{2}$ d'acide nitreux, dont la peſanteur ſpécifique ſoit la même que celle de l'acide marin de la méthode précédente; adaptez enfin un récipient, mais ſans le lutter. L'acide nitreux, aidé par la chaleur, enlève le phlogiſtique à l'arſenic, & donne des vapeurs rouges: il faut continuer la diſtillation juſqu'à ce que ces vapeurs ceſſent. Ajoutez alors une partie d'arſenic blanc, qui ſe diſſoudra de même par une légère ébullition; ſa diſſolution achevée, verſez dans la cornue une partie $\frac{1}{2}$ d'acide nitreux qui déphlogiſtiquera l'arſenic diſſous, en produiſant une effervescence & des vapeurs rouges. Diſtillez enfin à ſiccité, faites rougir légèrement le réſidu, qui ſera l'acide arſenical pur: cet acide eſt fixe au feu, il attire l'humidité de l'air, il ſe diſſout dans le double de ſon poids d'eau, pourvu qu'il ſoit ſuffiſamment déplogiſtiqué; cette diſſolution doit être paſſée à travers un

filtre bien lavé, pour la débarraſſer d'une portion de terre ſiliceuſe, qu'il emporte en corrodant le verre pendant qu'on le fait rougir.

L'eau de chaux décompoſe à l'inſtant le ſel arſenical à baſe d'alkali végétal, & l'alkali devient libre. Je ne doute pas que la terre peſante & la magnéſie, ne l'emportent également ſur les alkalis, je dois cependant avouer, que l'expérience n'a pas encore confirmé cette conjecture.

L'acide arſenical diſſout les métaux, ſi ce n'eſt dans l'état de régule, du moins lorſqu'ils ſont calcinés ſuffiſamment. Remarquons auſſi, qu'il ne donne point de gas inflammable en diſſolvant le fer, parce qu'il ſe combine au phlogiſtique qu'il enlève au fer, & redevient arſenic blanc.

§. XXI.

Dixième Colonne.

L'acide ſédatif (Boracili).

Le ſel qui porte communément le nom de *ſel ſédatif*, a plus de rapport avec les acides qu'avec toute autre ſubſtance : il rougit la teinture de tournefol, ſature les alkalis & les terres ſolubles, diſ-

ſout pluſieurs métaux, &c. Toutes ces propriétés indiquent ſa nature acide, de ſorte qu'il mérite plutôt le nom d'acide du borax, que celui de ſel ſédatif.

Le borax ſe décompoſe, en le faiſant bouillir avec la chaux vive; ſon acide quitte l'alkali minéral cauſtique, s'unit à la chaux, & fait un ſel difficile à diſſoudre. Il eſt probable que la même choſe arrive à l'alkali végetal ſaturé d'acide ſédatif; mais ce n'eſt encore qu'une conjecture qui peut s'appliquer également à la décompoſition, que les terres peſante & magnéſienne doivent produire dans les ſels, formés d'acide ſédatif & d'une baſe alkaline.

L'acide du borax attaque difficilement les métaux; le moyen le plus facile pour y parvenir, eſt celui des affinités doubles; mais pour éviter toute erreur, il faut que le borax ſoit ſaturé de ſel ſédatif; il prend un peu plus que ſon poids égal de ce dernier ſel, avant qu'il ceſſe entièrement de réagir par ſa baſe alkaline ſurabondante. J'ai verſé goutte à goutte de la diſſolution de borax ainſi ſaturé, dans les diſſolutions métalliques, privées, autant que j'ai pu, de leur excès d'acide. L'or, la platine, l'argent, le biſmuth & la manganèſe, diſſous dans les menſtrues qui leur conviennent,

n'ont ſouffert aucun changement ; au lieu que les diſſolutions de mercure, de plomb, de cuivre, de fer, d'étain, de nickel, de colbat & de zinc, ſe ſont troublées auſſi-tôt, & ont donné des ſels métalliques preſque inſolubles (*fig.* 28).

§. XXII.

Onzième Colonne.

L'acide du ſucre (Saccharin).

La plupart des végétaux donnent des ſignes évidens d'acidité dans leurs fruits ou dans leurs ſucs : & comme le petit nombre d'acides végétaux, que nous connoiſſons un peu plus exactement juſqu'à préſent, poſsède des propriétés très-diſtinctes, il n'eſt pas douteux que les travaux de ceux qui viendront après nous, n'en découvrent un grand nombre par la ſuite. La difficulté de les avoir parfaitement purs, forme le principal obſtacle qui en retarde la connoiſſance ; car ils ſont tellement mêlés avec d'autres ſubſtances, qui les enveloppent pour-ainſi-dire, qu'il eſt preſque impoſſible de les en débarraſſer entièrement. Je ne fais ici mention que d'un petit nombre ; encore la plupart ont-ils le défaut de ſe détruire aiſément par le feu. Leurs premiers élémens ſont-ils les

mêmes ? Peuvent-ils ſe transformer les uns dans les autres ? Ce ſont des queſtions à réſoudre par des expériences convenables & faites avec ſoin. Il eſt conſtant que les acides du tartre, du citron & du lait, ſe changent en vinaigre, ſi on les fait digérer pendant quelques ſemaines avec de l'eau & de l'eſprit-de-vin. L'on doit les conſidérer ici comme des acides différens les uns des autres, puiſqu'on peut les obtenir conſtamment les mêmes, & qu'ils ont d'ailleurs des propriétés très-diſtinctes, & d'une très-grande utilité en Chymie.

L'acide qui ſe rencontre dans le ſucre, ſe trouve tellement uni au principe huileux, qu'il a été impoſſible de l'en ſéparer juſqu'ici, autrement que par le moyen de l'acide nitreux, qui détruit peu-à-peu ce principe. Pour cet effet, l'on fait bouillir doucement dans une cornue de verre, ſix ou huit parties d'eau-forte, & une de ſucre blanc réduit en poudre : l'acide nitreux s'emparant alors du phlogiſtique du ſucre, donne des vapeurs rutilantes : dès qu'elles ont ceſſé, la liqueur qui reſte dans la cornue, doit être verſée dans un grand vaſe : elle donne en ſe refroidiſſant, des cryſtaux priſmatiques très-acides ; enſuite l'eau-mère, déphlogiſtiquée de nouveau par deux ou quatre parties de nouvel acide, fournit encore des cryſtaux, mais moins purs, & qu'il

faut redissoudre & faire cristalliser une seconde fois, pour les purifier. Le même acide se retire également du miel, de la gomme arabique & de l'esprit-de-vin, par le moyen de l'acide nitreux ; mais en plus petite quantité. Il jouit de toutes les propriétés générales des autres acides ; & de plus, il en a plusieurs qui lui sont particulières, & qui le distinguent évidemment de tous les autres. Il diffère totalement de l'acide nitreux, il est même d'une nature toute opposée à bien des égards, de sorte qu'il n'est pas probable qu'il en tire son origine ; mais nous avons discuté cette question plus en détail, dans une dissertation particulière sur cet acide (1), & les affinités sont l'objet principal de celles-ci.

Il attire la chaux préférablement à toute autre substance, & forme avec elle une combinaison saline, insoluble dans l'eau ; d'où l'on peut conclure aisément la nécessité de l'eau de chaux pour la purification du sucre. En effet, le suc de la canne à sucre tient un excès d'acide, qui empêche la concrétion de ce sel ; puisque la dissolution de sucre purifié ne donne plus de grains cristallins, mais seulement une masse glutineuse,

(1) *Opusc. Vol.* 1. *pag.* 251. *Trad. Françoise, Tom.* 1. *pag.* 297.

dès qu'on y ajoute de l'acide ſaccharin. Ainſi l'on ne peut rien employer de plus utile que l'eau de chaux : non ſeulement elle abſorbe l'acide qui ſe trouve à nud, mais elle forme un ſel inſoluble qui ſe précipite, ou qui vient nager avec l'écume. Les alkalis peuvent également ſaturer ces acides ; mais ils forment des ſels difficiles à ſéparer, à cauſe de leur ſolubilité.

La terre calcaire enlève l'acide du ſucre à la terre peſante, à la magnéſie & aux alkalis. Il attaque preſque tous les métaux. Nous verrons bientôt, dans les colonnes des alkalis, des terres & des métaux, quel eſt ſon degré de force, relativement aux autres acides. C'eſt le meilleur réactif pour découvrir la chaux dans les eaux minérales, de quelque manière qu'elle y ſoit diſſoute, ou ſeulement ſuſpendue ; la plus petite goutte de cet acide s'empare à l'inſtant de la chaux, & forme avec elle une poudre blanche, qui gagne le fond de la liqueur. Connoiſſant la quantité de chaux pure que contient un poids donné de cette poudre ſaline, il eſt facile de trouver dans tous les cas, la quantité de chaux qui étoit tenue en diſſolution dans l'eau ; il ſuffit pour cela de précipiter exactement, au moyen de notre acide, une quantité déterminée de cette eau, de recueillir enſuite ſoigneuſement

tout le précipité, & de le peſer après l'avoir lavé.

Il ne ſoutient pas les épreuves par la voie sèche. Ses cryſtaux expoſés au feu dans une cornue de verre, ſe ſubliment en partie à la vérité, ſans preſque changer de nature; mais la plus grande portion ſe réſout en liqueur acide, qui refuſe de cryſtalliſer. La même choſe arrive à la portion ſublimée, ſi on l'expoſe de nouveau à la même opération. Pendant que l'acide ſe décompoſe de cette manière, il ſe dégage une grande quantité d'acide aërien & de gas inflammable. L'acide ſaccharin contient ſans doute un principe huileux, mais très-ſubtil, puiſqu'il ne donne au feu aucun veſtige de charbon, ni de ſuie.

§. XXIII.

Douzième Colonne.

L'acide du tartre (tartareux).

J'ai déjà expliqué ci-devant la nature du tartre (§. IX), je vais donner en peu de mots la manière d'en retirer l'acide. Sur cent parties de crême de tartre, diſſoutes par l'eau bouillante dans une chaudière d'étain, l'on jette à plu-

fieurs repriſes, des petites quantités de craie lavée, ſéchée & réduite en poudre, ce qu'il faut continuer juſqu'à ce que la craie qu'on ajoute, ne produiſe plus d'effervescence : la ſaturation arrive quand on en a employé à-peu-près vingt-huit parties, l'on décante alors la liqueur qui donne, en l'évaporant à ſiccité, cinquante parties d'alkali végétal tartariſé (*ſel végétal*). La poudre qui reſte au fond, eſt de la chaux ſaturée par l'excès de l'acide du tartre : après qu'elle a été lavée & ſéchée, elle donne plus que le triple du poids de la craie employée, c'eſt-à-dire à-peu-près cent trois. Cette poudre bien lavée & miſe dans une bouteille, on verſe deſſus peu-à-peu trois cens parties d'acide vitriolique, affoibli au point de ne contenir que trente parties d'acide le plus concentré, & deux cens ſoixante-dix d'eau. On laiſſe digérer ce mélange pendant douze heures, en le remuant de tems en tems avec une ſpatule de bois. Enfin l'on décante la liqueur claire qui ſurnage, on lave le réſidu juſqu'à ce qu'il n'ait plus de ſaveur acide : cette eau filtrée doit être ajoutée à la première liqueur, & l'on aura une diſſolution d'acide du tartre, qui donne par l'évaporation, à-peu-près trente-quatre parties de maſſe cryſtalline. Pour éprouver enſuite ſi elle contient de l'acide vitriolique, il faut l'étendre d'eau, & y laiſſer tomber une

goutte ou deux de dissolution de sucre de Saturne, il se forme à l'instant un précipité blanc, sur lequel il faut verser ensuite du vinaigre concentré : le précipité disparoît bientôt, s'il ne contient que du plomb saturé d'acide tartareux ; mais il ne se dissout pas, si c'est du vitriol de plomb. En supposant qu'il paroisse un peu de ce sel, c'est une preuve que l'acide du tartre n'est pas pur, & qu'il est altéré par l'acide vitriolique ; il est aisé de le purifier, en le faisant digérer avec un peu de chaux tartarisée. D'un autre côté, si l'on a employé trop peu d'acide vitriolique, il reste de l'acide du tartre dans le résidu ; ce qui se reconnoît facilement, en mettant de ce résidu sur un charbon allumé ; car la sélénite pure ne noircit pas au feu, & ne donne point d'odeur d'esprit de tartre, ce qui arrive au contraire, lorsqu'elle est mêlée d'un peu de chaux tartarisée. La dissolution d'acide tartareux filtrée, évaporée en consistance de syrop léger, & placée dans un lieu frais, dépose insensiblement des cristaux, qui sont ordinairement formés de lames divergentes.

En se servant de chaux vive nouvellement faite au lieu de craie, l'on décompose totalement un poids double de tartre ; c'est pourquoi la liqueur qui surnage, contient alors de l'alkali

elle ſe troubla tout de ſuite ; ainſi l'on ne peut plus douter que la chaux n'ait la plus forte affinité.

Les cryſtaux d'acide du tartre expoſés au feu, noirciſſent bientôt, & donnent un charbon ſpongieux, qui devient blanc dans peu de tems, & diminue conſidérablement de volume, lorſqu'on le pouſſe au feu juſqu'à l'incandeſcence. Diſtillés dans une cornue de verre, ils donnent un phlegme à peine acide, & de l'huile : le réſidu charbonneux contient une très-petite portion de terre, qui ne montre aucun ſigne d'acide ni d'alkali. Il s'enſuit donc évidemment, que cet acide contient quelque choſe d'huileux qui ſe détruit au feu, mais qui ne peut pas ſe changer en alkali fixe. L'ayant traité avec l'acide nitreux de la manière décrite ci deſſus (§. XXII), je n'ai pu en obtenir de l'acide ſaccharin, ni le dépouiller tellement de ſon principe huileux, qu'il ne noircît plus en l'expoſant au feu. On dit cependant que quelqu'un eſt parvenu à le convertir en acide du ſucre par ce moyen, c'eſt ce que je n'ai pas pu confirmer en répétant l'expérience. L'acide du tamarin, peut-être auſſi celui de l'épine-vinette, paroiſſent tout-à-fait ſemblables à celui du tartre.

§. XXIV.

§. XXIV.

Treizième Colonne.

L'acide d'oſeille (Oxalin).

Le ſel d'oſeille n'eſt que l'alkali végétal ſaturé avec excès d'un acide particulier, & par conſéquent, c'eſt un ſel de même nature que le tartre. La difficulté eſt d'en retirer cet acide bien pur : les acides vitriolique, nitreux & marin lui enlevent, à la vérité, ſa baſe alkaline ; mais il eſt extrêmement difficile enſuite de le débarraſſer entièrement de toutes ſes impuretés. Cent trente-ſept parties de craie, décompoſent complétement cent parties de ſel d'oſeille, & s'emparent de l'acide excédant & ſaturant. La liqueur claire qui ſurnage, donne trente-deux parties d'alkali végétal aëré ; c'eſt à peu-près la quantité qu'on en obtient par le moyen du feu. Le ſédiment eſt formé de chaux ſaturée d'acide d'oſeille, & peſe cent ſoixante-quinze parties, après avoir été lavé & ſéché ; mais ſes principes ne peuvent être ſéparés par la méthode employée pour le tartre, parce que l'acide oxalin enlève la chaux à l'acide vitriolique, tandis que

le contraire n'a pas lieu. M. Schéele a trouvé un autre moyen : il ſatura d'abord l'excès d'acide par l'alkali volatil, après quoi il mêla le ſel d'oſeille avec une diſſolution de terre peſante nitrée : il ſe fit bientôt un échange des principes par une double affinité, & la terre peſante combinée à l'acide oxalin, forma un ſel très-peu ſoluble, qui ſe précipita (*fig.* 25). L'acide vitriolique, qui attire plus fortement la terre peſante que toutes les ſubſtances connues, décompoſe ce précipité, & l'on peut obtenir l'acide cherché, en décantant la liqueur ; mais on l'a peu examiné juſqu'ici, tel qu'il ſe trouve au moment où il vient d'être ſéparé par cette méthode. Cependant l'acide oxalin paroît avoir plus de rapport avec l'acide du ſucre, qu'avec celui du tartre, quoiqu'il diffère de l'un & de l'autre ; en effet, l'alkali végétal qui en eſt ſaturé en excès, donne le ſel d'oſeille, analogue au tartre ; mais fuſible, crépitant au feu, & s'y noirciſſant très-peu, ſuſceptible enfin d'être décompoſé en entier par la craie, ce qui n'a pas lieu à l'égard du tartre. Le même alkali ſaturé d'acide ſaccharin, ne reſſemble ni au tartre, ni au ſel d'oſeille.

Je ſuis certain que notre acide a plus d'affinité avec la chaux & la terre peſante, qu'avec

les alkalis ; il eſt encore douteux s'il en eſt de même de la magnéſie.

Cet acide ſe décompoſe par le feu, comme celui du tartre, cependant il ſe bourſoufle moins, & ne noircit pas autant : le phlegme qu'on en retire par la diſtillation, eſt beaucoup plus acide que celui du tartre obtenu par le même moyen ; mais il ne donne rien d'huileux. Le vrai ſel d'oſeille, tel qu'il ſe trouve dans le commerce, varie beaucoup, quant à la proportion de ſes principes conſiſtans. Il en eſt qui ne donne, par la combuſtion & la leſſive, que trente-une parties d'alkali par quintal, & qui demande cent douze parties & demie du même alkali végétal, pour ſaturer l'excès d'acide ; d'autres donnent plus de trente-ſept d'alkali, & n'en exigent que quatre-vingt-ſept pour la ſaturation. Il eſt clair que dans le premier cas, l'acide ſaturant eſt à l'excès d'acide, à-peu-près comme 1 eſt à 3 $\frac{1}{2}$, & dans le ſecond, comme 1 à 2 $\frac{1}{3}$. La partie d'acide, qui eſt en excès, ſurpaſſe toujours celle qui eſt ſaturée ; c'eſt ce qui explique pourquoi ce ſel eſt plus acide que le tartre. Au reſte, ces différences dépendent peut être du ſol où croît la petite oſeille, ou du procédé que l'on met en uſage pour en retirer le ſel.

L'acide d'oſeille, ou pour mieux dire, l'*acide oxalin*, obtenu par la diſtillation, enlève l'argent, le mercure & le plomb à l'acide nitreux, & les précipite; il forme avec les alkalis, des ſels ſuſceptibles de cryſtalliſer, & même quand il eſt pur, il fournit l'évaporation des cryſtaux acides.

§. XXV.

Quatorzième Colonne.

L'acide du Citron (Citronien).

Quoique cet acide ſoit connu depuis très-long-tems, néanmoins il a été peu examiné. Il faut pour l'obtenir, laiſſer repoſer long-tems le ſuc du citron, pour le débarraſſer des fécules & du mucilage, & le concentrer enſuite par le froid, qui réduit en glace la partie aqueuſe. Il paroît contenir un peu d'alkali végétal, car ſi l'on y verſe quelques gouttes d'acide tartareux, on trouve au bout de quelques jours, une petite portion de tartre au fond. Stahl aſſure que cet acide ſaturé avec des yeux d'écreviſſe, & mis avec un peu d'eſprit-de-vin dans une bouteille légèrement bouchée, ſe change inſenſiblement en vinaigre.

Il faut cinquante-une parties d'alkali minéral, & vingt-cinq d'alkali volatil, pour ſaturer la quantité de ſuc de citron qui demande ſoixante-neuf parties d'alkali végétal : toutes ces combinaiſons cryſtalliſent difficilement.

Il reſte à décider par l'expérience, ſi cet acide préfère la chaux, la terre peſante & la magnéſie aux ſels alkalins.

Les acides ſpathique, arſénical, ſédatif, ſaccharin, tartareux, oxalin & phoſphorique, ſe reſſemblent, en ce qu'ils ſont très-peu ſolubles dans l'eau, quand ils ſont ſaturés par les terres, de ſorte que ſi l'on met peu de terre, les diſſolutions reſtent tranſparentes, à cauſe de l'excès d'acide; mais elles ſe troublent un peu, à meſure que la ſaturation approche; & lorſque l'on y eſt parvenu, tout ce qui étoit diſſous, ſe précipite à l'inſtant, & ne peut être rediſſous que par un excès d'acide. La même choſe a peut-être lieu à l'égard de quelques autres acides, mais non pas à l'égard de tous en général.

§. XXVI.

Quinzième Colonne.

L'acide du Benjoin (Benzoïque).

La réſine connue dans les boutiques ſous le nom de *Benjoin*, ou *Aſſa dulcis*, contient un ſel acide, que l'on peut en retirer par la ſublimation, cryſtalliſé en filamens ou en aiguilles. Il s'obtient également par la voie humide, & moins chargé d'huile, en le ſéparant d'abord de la réſine par l'eau de chaux, & décompoſant enſuite cette combinaiſon par l'acide marin (1). L'acide du benjoin devenu libre, ſe précipite, étant moins ſoluble alors, que quand il eſt combiné à la chaux.

L'eau bouillante peut en prendre $\frac{1}{24}$ de ſon poids, & dans la température moyenne, elle en diſſoud à peine $\frac{1}{100}$. Sa ſaveur eſt preſque ſucrée, légèrement âcre, & nullement acide, quoiqu'il rougiſſe la teinture du tourneſol.

L'eſprit-de-vin le diſſout facilement, même à froid.

(1) *Schéele, Mém. de Stockh.* 1775.

Exposé au feu, il se résout totalement en vapeurs blanches. Il se liquéfie, si on lui donne brusquement un bon coup de feu; mais à peine peut-il s'enflammer, sans le contact d'un corps embrasé.

Il se combine facilement avec les alkalis; les sels qui en résultent, peuvent, à la vérité, donner des cristaux; mais ils sont délinquescens, excepté celui qui est à base d'alkali minéral.

L'eau de chaux, versée goutte à goutte dans les dissolutions de ces sels, en précipite les bases alkalines; elle produit le même effet sur la magnésie & l'argille, saturées d'acide du benjoin: elle a donc cet acide avec une plus grande affinité que ces substances; au contraire, elle ne peut pas séparer la terre pesante; celle-ci à son tour, calcinée & dissoute dans l'eau, ne précipite pas non plus la chaux combinée à cet acide; de sorte qu'il paroît que ces substances forment un sel triple.

Les sels à base terreuse, formés par l'acide du benjoin, se dissolvent difficilement dans l'eau, principalement ceux à base de terre pesante & de chaux.

§. XXVII.

Seizième Colonne.

L'acide du Succin (Karabique).

Le Succin ſoumis à la diſtillation, donne, outre une liqueur acéteuſe & de l'huile, un acide volatil cryſtalliſé, que l'on peut purifier en quelque ſorte, en le faiſant diſſoudre & cryſtalliſer de nouveau. Celui que j'ai employé dans les expériences ſuivantes, a été préparé de cette manière : il donne des ſignes manifeſtes d'acidité.

Les alkalis, combinés avec l'acide du ſuccin, cryſtalliſent en effet, mais ils attirent l'humidité de l'air, & tombent en délinqueſcence dans peu de tems, excepté l'alkali minéral *ſucciné*. Cet acide forme avec la chaux & la terre peſante, des combinaiſons peu ſolubles; il donne un ſel cryſtalliſable avec l'argille, & un compoſé gommeux avec la magnéſie. Les métaux ſuffiſamment déphlogiſtiqués, ſe diſſolvent dans cet acide, & donnent pour la plupart, des cryſtaux permanens.

Les terres, peſante, calcaire & magnéſienne,

difficile à découvrir. Nous avons dit ci-devant, que l'acide du tartre, mis en digeſtion avec de l'eau & de l'eſprit-de-vin, donnoit du vinaigre; & Blaiſe de Vigenere avoit obſervé, il y a long-tems, qu'il ſe formoit quelquefois des cryſtaux de tartre dans le vinaigre (1). Les bois de gayac & de bouleau, la cire, le ſucre & le ſuccin, fourniſſent auſſi par la diſtillation, un acide très-reſſemblant au vinaigre, & qui ne doit pas être confondu avec l'acide du ſucre, ou celui du ſuccin.

La chaux vive ne peut pas enlever le vinaigre à l'alkali fixe, de ſorte qu'il paroît ſe rapprocher des acides du vitriol, du nitre & du ſel dans ſes attractions; c'eſt pourquoi je les ai placés dans le même ordre, quoique la ſupériorité de la terre peſante ne ſoit pas encore fondée ſur l'expérience.

Je préſume qu'il ſuit par la voie sèche, l'ordre de la cinquième colonne, je dois confirmer ou rectifier cette conjecture par l'expérience, autant que mes occupations le permettront.

(1) *Du feu & du ſel, Cap.* 35. 1608.

§. XXX.

Dix-neuvième Colonne.

L'Acide du lait (Galactique).

Pour obtenir l'acide du lait, qui s'eſt coagulé en devenant aigre ſpontanément, il faut recueillir tout le petit-lait, & l'évaporer juſqu'à ce qu'il n'en reſte qu'un huitième, ſaturer de chaux ce réſidu, pour ſéparer d'abord la terre des os (la chaux combinée avec l'acide phoſphorique), précipiter enſuite par le moyen de l'acide du ſucre, toute la chaux qui étoit reſtée diſſoute, verſer enfin ſur la liqueur, de l'eſprit-de-vin très-rectifié, qui s'empare de l'acide du lait entièrement débarraſſé de la terre des os, du ſucre de lait, de l'alkali végétal, & du mucilage qui ſe trouvent dans le lait (1).

Cet acide paroît tenir le milieu entre le vinaigre & l'acide des fourmis; ſon pouvoir attractif ſurpaſſe cependant celui du premier. Il ſe change réellement en vinaigre, en le faiſant

(1) *Schéele, Mém. de Stockh.* 1780.

digérer avec de l'eſprit-de-vin l'eſpace d'un mois.

Il forme des ſels déliqueſcens avec les alkalis & les terres ; & parmi ces dernières, ſa combinaiſon avec la magnéſie eſt la plus ſtable ; ce qu'on n'auroit pas préſumé. Il n'eſt preſque aucun métal, excepté le zinc, qui cryſtalliſe avec cet acide, pas même le plomb, qui forme une diſſolution douce, & qui dépoſe un peu de vitriol de plomb.

L'ordre de ſes affinités, pour les baſes alkalines & terreuſes, eſt le même que celui du vinaigre.

§. XXXI.

VINGTIÈME COLONNE.

L'acide des fourmis (Formicin).

Cet acide approche beaucoup de la nature du vinaigre ; il en diffère cependant à pluſieurs égards : il donne avec la magnéſie, le fer, le zinc, des ſels ſuſceptibles de cryſtalliſer ; tandis que le vinaigre ne forme que des ſels déliqueſcens. Le ſel formé par la magnéſie combinée avec

l'acide des fourmis, eſt ſur-tout remarquable (1).

Juſqu'à préſent, les attractions de ce diſſolvant n'ont été examinées que très-imparfaitement, néanmoins, autant qu'il a été poſſible de s'en aſſurer, il agit dans le même ordre que le vinaigre, quoiqu'il le ſurpaſſe en force, comme on le verra dans les colonnes ſuivantes.

Tous les acides végétaux, de même que celui des fourmis, peuvent ſe réſoudre entièrement en fluide élaſtique, formé en partie d'acide aërien, & en partie de gas inflammable.

§. XXXII.

Vingt-unième Colonne.

L'acide du ſuif (Sébacé).

Le célèbre Crell, en diſtillant le ſuif pluſieurs fois, a retiré de deux livres de cette ſubſtance 14 onces $\frac{1}{8}$ d'huile, 10 onces $\frac{19}{24}$ de charbon, & 7 onces $\frac{1}{4}$ d'acide (2).

(1) *Opuſc. Vol. 2, pag. 389, Traduct. Franç. Tom. I. pag. 417.*

(2) *Journal de Chymie.*

Les ſels formés par cet acide, ſaturé avec les alkalis ou les terres, reſſemblent beaucoup à ceux que donne le vinaigre avec les mêmes baſes : les alkalis le cédent aux terres. L'on verra par la ſuite la comparaiſon de ſa force avec celles des autres acides.

§. XXXIII.

VINGT-DEUXIÈME COLONNE.

L'Acide Phoſphorique.

Un autre acide, qui ſe rencontre dans les trois règnes de la nature, ſe retire principalement de l'urine humaine, en ramaſſant & faiſant fondre au feu le ſel nommé vulgairement microcoſmique ; mais il faut obſerver que ce ſel eſt triple, & qu'il contient avec l'alkali volatil, deux acides, le phoſphorique & le perlé, dont nous parlerons dans peu. L'acide phoſphorique recueilli dans l'eau, en laiſſant brûler lentement le phoſphore à l'air libre, contient beaucoup de phlogiſtique, qui ſe diſſipe néanmoins peu-à-peu, s'il a le contact de l'air libre ; & alors l'acide eſt beaucoup plus propre pour déterminer ſes attractions, que le premier ; car l'acide perlé qui ſe rencontre dans celui-ci, peut oc-

caſionner des différences dans les décompoſitions.

L'acide phoſphorique attire la chaux préférablement aux alkalis, c'eſt pourquoi l'eau de chaux trouble ſur le champ ſes combinaiſons avec les alkalis ; il ſe précipite peu-à-peu une poudre ſaline, très-peu ſoluble dans l'eau, formée par la chaux ſaturée d'acide phoſphorique. Comme le ſel phoſphorique à baſe d'alkali végétal, peut prendre un excès d'acide, j'avois ſoupçonné que c'étoit peut-être cet excès ſeul qui formoit un précipité avec l'eau de chaux, tandis que le ſel neutre reſtoit dans ſon entier ; mais en employant une ſuffiſante quantité d'eau de chaux, j'ai décompoſé tout le ſel, & il n'eſt reſté qu'une liqueur alkaline. A la vérité, l'alkali précipite la chaux combinée avec cet acide ; mais ce n'eſt pas par une plus forte affinité. En effet, cette combinaiſon ne peut ſe diſſoudre dans l'eau, qu'à la faveur d'un excès d'acide, & tout ce qui peut enlever ce moyen de diſſolution, comme le fait ici l'alkali cauſtique en le ſaturant, précipite néceſſairement le phoſphate calcaire ; cependant l'alkali aëré le décompoſe réellement par une double affinité, & la chaux aërée ſe précipite (§. IX). Dans les cas douteux de cette nature, il faut s'en rapporter

à

à la décompoſition du ſel le plus ſoluble ; ainſi dans le cas préſent, le ſel à baſe alkaline décompoſé par la chaux, doit lever la difficulté, & non le phoſphate calcaire précipité par l'alkali. La ſupériorité de la terre peſante & de la magnéſie ſur les alkalis, n'a pas encore le même degré de certitude.

Par la voie ſèche je place la chaux avant la terre peſante & la magnéſie, parce qu'il eſt conſtant qu'elle l'emporte ſur les alkalis, ce qui eſt encore douteux par rapport aux deux autres terres.

§. XXXIV.

VINGT-TROISIÈME COLONNE.

L'acide perlé.

En 1740, M. Haupt trouva dans l'urine de l'homme un ſel, qu'il décrivit ſous le nom de *ſel perlé admirable ;* c'eſt le même que celui dont Margraaf a fait mention, & qu'il a trouvé incapable de donner du phoſphore avec la poudre de charbon. Cependant pluſieurs Chymiſtes ont cru, que le ſel qui ſe rencontre dans l'urine avec le ſel microcoſmique, contenoit de l'acide phoſphorique, & qu'il ne ſe décompoſoit pas par le phlogiſtique, parce que l'alkali minéral avoit une

plus forte affinité pour l'acide, que ce dernier. Mais M. Prouſt vient de ſéparer la ſubſtance qui fait ſeule fonction d'acide dans le ſel perlé, & qui eſt unie à l'acide du phoſphore, dans le ſel microcoſmique (1). Ayant fait digérer convenablement le ſel perlé dans le vinaigre diſtillé, il l'a fait cryſtalliſer enſuite; &, par le moyen de l'eſprit-de-vin, il a précipité de l'eau-mère, une liqueur épaiſſe, qui bien lavée dans l'eſprit-de-vin, & diſſoute enſuite dans l'eau diſtillée, lui donna l'acide que j'appelle acide perlé, en attendant qu'un examen plus approfondi lui trouve une dénomination plus convenable. C'eſt l'alkali minéral, ſi je ne me trompe, qui maſque ſa nature acide; car la cryſtalliſation, la ſaveur, l'efflorescence & les réactifs, y démontrent un excès d'alkali. C'eſt peut-être à cauſe de cet excès d'alkali, que l'eſprit-de-vin, qui s'empare d'ailleurs de tous les acides, ne peut pas extraire la partie acide de celui-ci. Il bouillonne en ſe fondant; il eſt tranſparent lorſqu'il eſt fondu; mais il redevient opaque en ſe refroidiſſant; il ſe diſſout dans les acides, & peut en être ſéparé de nouveau par l'eſprit-de-vin; enfin il ſe rencontre dans les os & dans le ſel microcoſmique, avec l'acide du phoſphore.

(1) *Journal de Phyſique.*

Il préfère certainement la chaux aux alkalis ; de même que la terre peſante & la magnéſie. Avec l'alkali minéral il régénère le ſel perlé.

Ce ſeroit un phénomène bien ſingulier & très-remarquable, ſi une combinaiſon preſque neutre, en s'uniſſant intimement au phlogiſtique, pouvoit faire les fonctions d'un acide ſans ſe décompoſer. Il paroît que le ſel ſédatif, & plus évidemment encore l'acide qui ſe trouve dans le bleu de Pruſſe, & dont nous allons parler bientôt, ſont des compoſés de cette nature. L'acide qu'on retire du ſel perlé eſt auſſi du même genre, ſi je ne me trompe. Celui-ci, au moyen du phlogiſtique dont il eſt imprégné, eſt peut-être combiné ſi intimement avec une certaine doſe d'alkali minéral, qu'il n'a pas encore été poſſible de ſéparer les principes de ce compoſé, par aucun moyen connu ; & ce qu'il faut bien remarquer, cette combinaiſon diſſout les alkalis, les terres & les métaux comme un acide ſimple, quoique pluſieurs de ſes propriétés démontrent clairement qu'elle tient un excès d'alkali. Juſqu'à ce que la nature de ces combinaiſons ſoit mieux connue, je les conſidère comme des acides, car ce ſont les ſubſtances avec leſquelles elles paroiſſent avoir le plus de rapport.

§. XXXV.

Vingt-quatrième Colonne.

L'acide du bleu de Pruſſe (Pruſſique).

J'ai conjecturé depuis long-tems, que la matière colorante du bleu de Pruſſe étoit de nature acide; ce n'étoit pas ſans raiſon, puiſqu'elle peut former des ſels moyens avec les alkalis, les terres & les métaux. Dernièrement M. Schéele nous a encore appris la manière d'obtenir cet acide dans toute ſa pureté (1). Le compoſé que l'on appelle ordinairement alkali phlogiſtiqué, eſt un ſel triple, formé par l'acide colorant, ſaturé en partie par l'alkali, & en partie par le fer. Si l'on fait bouillir ce ſel dans une cornue, avec de l'acide vitriolique affoibli, l'acide colorant s'échappe ſous la forme de vapeur élaſtique inflammable, qui peut s'abſorber par l'eau qui a été miſe dans le récipient. Comme il paſſe toujours en même-tems un peu d'acide vitriolique, il faut ajouter un peu de craie dans la liqueur du récipient, & la diſtiller de nouveau, juſqu'à ce qu'on en ait obtenu le quart, qui ſera notre acide diſſout

(1) *Mém. de Stockh. 1782.*

dans l'eau. Le procédé ſuivant eſt moins embarraſſant, & conduit au même but. Il faut faire bouillir pendant quelques minutes, en remuant continuellement, ſeize parties de bleu de Pruſſe, huit de mercure calciné par l'acide nitreux (*précipité rouge*), & quarante-huit d'eau. Le mélange devient d'un jaune cendré; il faut alors le filtrer, & laver le réſidu avec de l'eau bouillante, réunir enſuite les deux liqueurs filtrées dans une bouteille, & y ajouter douze parties de limaille de fer non rouillée, & trois parties d'acide vitriolique concentré. Après avoir agité ce mélange pendant quelque minutes, toute la maſſe devient noire, à cauſe du mercure revivifié. Enfin, dès que la poudre noire s'eſt dépoſée par le repos, il faut décanter dans une cornue la liqueur qui ſurnage, & en retirer un quart par la diſtillation.

Cet acide, analogue en quelque ſorte à l'acide perlé, ſe diſtingue par une odeur & une ſaveur déſagréable; il eſt compoſé d'acide aërien, d'alkali volatil & de phlogiſtique; il ſe diſſipe aiſément dans des vaiſſeaux ouverts; il paroît préférer les alkalis aux terres. A l'égard des métaux, il a une force attractive conſidérable, que nous examinerons plus particulièrement par la ſuite.

§. XXXVI.

VINGT-CINQUIÈME COLONNE.

L'acide aërien (Méphitique.)

J'ai traité assez au long de cet acide commun aux trois Règnes de la Nature, dans une autre dissertation, & j'ai considéré ses affinités en particulier dans le §. XX. (1); j'ajouterai seulement en peu de mots, la comparaison de ce dissolvant avec l'acide vitriolique phlogistiqué, parce que ces deux acides sont malheureusement confondus par quelques Chymistes, qui trouvent qu'il est plus facile de surcharger la science de la Nature par de vaines hypothèses, que de l'enrichir par des expériences exactes. J'ai déjà dit que le phlogistique, combiné à l'acide vitriolique en différentes porportions, produisoit ou le soufre ou un air acide qui prend sa dénomination du vitriol, & qui, absorbé par l'eau, s'appelle acide vitriolique phlogistiqué (§ XIII).

L'acide vitriolique phlogistiqué a une odeur très-pénétrante. — Saturé d'alkali végétal il donne le sel fulfureux de Stahl, dont les cryſtaux sont en petites aiguilles

L'acide aërien n'a point d'odeur; — Saturé d'alkali végétal il donne l'alkali végétal aëré, dont les cryſtaux sont des prismes tetraëdres. — Ce sel ne donne

(1) *Opusc. Vol.* 1, *pag.* 43. *Traduction Françoise*, *Tom.* 1, *pag.* 49. *& suiv.*

pas la moindre éteincelle avec le nitre, — eſt fixe au feu, — produit avec les autres acides une quantité étonnantes de bulles, juſqu'à ce que ceux-ci ſoient ſaturés; ce qui a lieu même avec l'acide vitriolique phlogiſtiqué, dont l'attraction eſt plus forte que celle de l'acide aërien. — Enfin il reſte le même, à moins que le feu ou un acide plus fort ne chaſſe l'acide aërien.

obſcurément héxaëdres. — Ce ſel détonne avec le nitre, — ſe ſublime en entier par un feu gradué. — ne fait point effervescence avec les acides, — perd peu-à-peu le phlogiſtique, & ſe change enfin ſpontanément en tartre vitriolé.

Que les Chymiſtes inſtruits, qui aiment & qui recherchent la vérité, prononcent d'après ces faits. Si quelqu'un ſuppoſe d'autres combinaiſons de l'acide vitriolique & du phlogiſtique, outre celles que nous avons rapportées, il faut qu'il démontre par des expériences, & non par des hypothèſes, La manière dont elles ſe forment.

Une expérience facile à faire, montre clairement que l'air atmoſphérique attire l'acide aërien; car ſi l'on remplit une bouteille de celui-ci, & qu'on l'expoſe à l'air dans un lieu où rien ne peut agiter ce fluide, l'on n'y trouve plus, au bout de quelques jours, que de l'air atmoſphérique. Et bien plus, l'eau aërée elle-même donne ſon acide à l'atmoſphère.

§. XXXVII.

Vingt-Sixième Colonne.

L'alkali végétal cauſtique (Potaſſe).

Après avoir examiné les attractions des acides, nous voici enfin parvenus aux alkalis, qui ſont le plus ſouvent combinés avec l'acide aërien, mais qui prennent le nom de *cauſtiques* ou *purs*, lorſqu'ils en ſont entièrement débarraſſés. C'eſt uniquement dans ce dernier état que nous devons les conſidérer ici ; car ils forment des attractions doubles, s'ils ſont aërés : comparez les *fig.* 1—8, 32—36, 46, 51, 62 & 63. Juſqu'à préſent l'on ne connoît que trois eſpèces d'alkalis ſalins proprement dits. Le premier s'appelle alkali végétal parce qu'il ſe retire preſque uniquement de ce règne ; ce n'eſt que de celui-ci qu'il ſera queſtion dans l'explication de la colonne 26.

L'acide vitriolique eſt celui qui tient le plus fortement à l'alkali végétal, parce que non-ſeulement aucun autre ne l'en ſépare, mais qu'il l'enlève même à tous. J'ai expliqué ci-devant, de quelle manière les acides nitreux & marin dé-

compoſent en partie le tartre vitriolé ; j'ai expliqué de même la décompoſition du nitre & du ſel fébrifuge par l'acide tartareux (§. IX), & j'ai déſigné le partage de leurs baſes par de petites flèches dans les figures 9, 10 & 11.

L'acide nitreux vient immédiatement après (§. VI), & l'acide marin enſuite. L'on n'a pas encore ſuffiſamment examiné, ſi l'air acide marin décompoſe le nitre. Afin de rendre raiſon de l'ordre que j'indique dans la Table pour les autres acides, je dois rapporter les principales expériences ſur leſquelles il eſt fondé.

Le célèbre Crell a bien démontré que *l'acide ſébacé* n'étoit chaſſé ni par l'acide ſpathique, ni par le phoſphorique. *L'acide ſpathique*, verſé goutte à goutte dans une diſſolution d'alkali végétal ſaturé d'acide phoſphorique, en précipite à l'inſtant un ſel triple, formé d'acide ſpathique, d'alkali végétal & de terre quartzeuſe (1). J'ai verſé de l'acide arſenical dans une ſemblable diſſolution, au bout de vingt-quatre heures, l'eſprit-de-vin en a précipité l'alkali ſaturé d'acide phoſphorique, ſans qu'il

(1) *Opuſc. vol. 2, pag. 34, 37. Trad. Franç. Tom. 2, pag. 36 & 40.*

eut souffert aucun changement, & j'ai retrouvé l'acide arsenical dans l'esprit-de-vin : ainsi *l'acide phosphorique* l'emporte sur celui de l'arsenic. Tous les sels à base d'alkali végétal que j'ai essayés, comme les combinaisons de cet alkali avec les acides vitriolique, nitreux, marin, du sucre, du phosphore & de l'arsenic, sont décomposés par l'acide tartareux, mais quelques-unes ne le sont qu'en parties (§. IX). Ainsi pour connoître le vrai rapport des attractions de cet acide à l'égard des autres, il faut le verser goutte à goutte sur ces acides saturés d'alkali minéral, parce que celui-ci se combine avec eux dans le même ordre que le végétal ; mais il n'en prend jamais un excès, qui pourroit tromper aisément l'observateur. *L'acide du sucre* paroît l'emporter sur celui du tartre, qui semble devoir passer avant ceux de *l'oseille*, *du citron* & *du succin*, dont l'ordre respectif entre eux n'est pas encore suffisamment établi. Viennent ensuite l'acide des *fourmis*, *du lait*, *du benjoin*, qui sont plus forts que le vinaigre. Celui-ci chasse l'acide *du borax*, l'acide *perlé*, & ceux *du vitriol* & *du nitre* complétement *phlogistiqués*. *L'acide aérien* est presque le plus foible de tous ; il précipite cependant le silex, le soufre & l'huile de leurs dissolutions par l'alkali, il chasse même l'acide Prussique.

L'alkali végétal diſſout auſſi le cuivre & le zinc; mais le rang qu'ils doivent occuper, eſt encore incertain.

Par la voie sèche, les acides du phoſphore, du borax, de l'arſenic & du ſel perlé, étant plus fixes que tous les autres, ſont auſſi plus forts (§. IV). A cela près, ſi l'on exclut ceux qui ſe détruiſent par le feu, les autres ſuivent à-peu-près le même ordre que par la voie humide. Toutes les terres ſimples ſe combinent avec l'alkali par la fuſion; mais on ne connoît pas leurs rapports mutuels, il eſt même très-difficile de les découvrir; car aucune ne ſe précipite, après avoir été fondue avec l'alkali, ſi on vient à en ajouter un autre; mais elles ſe combinent toutes deux avec ce diſſolvant, & forment une maſſe homogène.

§. XXXVIII.

VINGT-SEPTIÈME COLONNE.

L'alkali minéral cauſtique (Soude).

L'on donne le nom de *minéral* à cet alkali, parce qu'il ſe trouve très-abondamment dans le règne minéral, quoiqu'il ſe rencontre auſſi, & même en aſſez grande quantité, dans quelques

végétaux qui croiſſent dans l'eau de la mer, ou dans un terrein ſalé. Il ſe diſtingue du végétal, en ce qu'il eſt plus foible (§§. XII, XIV, XVI), & qu'il donne des ſels différens avec les mêmes acides. L'acide tartareux n'a point d'action ſur le ſel marin (*fig.* 12), ce qui ſert à diſtinguer facilement le ſel fébrifuge de celui-ci. En effet, cet acide eſt le meilleur moyen connu juſqu'à préſent, pour découvrir la préſence de l'alkali végétal, dans une diſſolution quelconque; il décompoſe tous les ſels qui ont cet alkali pour baſe; les uns totalement & en vertu d'une attraction plus forte, & les autres ſeulement en partie (§. IX). On reconnoît cette décompoſition par la précipitation du tartre, qui arrive ſur le champ, ſi la quantité d'alkali eſt un peu conſidérable, & que la diſſolution ſoit concentrée; mais qui ne ſe fait appercevoir qu'après un jour ou deux, lorſque l'alkali eſt en très-petite quantité, & principalement s'il ſe trouve dans une diſſolution très-étendue.

Quant à l'ordre de ſes attractions, juſqu'ici je ne l'ai pas trouvé différent de celui qui vient d'être établi (§. XXXVII). Cet alkali indique plus sûrement le véritable ordre des affinités de l'acide tartareux, & même d'une manière plus ſenſible dans certains cas; parce que ſes combi-

naiſons ſont plus difficiles à diſſoudre que celles de l'alkali végétal. La figure 13 fait voir la décompoſition du borax par l'acide nitreux, la 42^e^ celle du ſel marin par le même acide, & la 43^e^ par l'acide arſenical.

§. XXXIX.

VINGT-HUITIÈME COLONNE.

L'alkali volatil cauſtique.

Il paroît qu'à l'égard des acides, l'ordre des attractions de l'alkali volatil eſt le même que celui des alkalis fixes; mais il diſſout pluſieurs métaux, que ceux-ci n'attaquent pas. Il eſt certain que le zinc précipite tous les métaux diſſous par l'alkali volatil (*fig.* 18); la raiſon en eſt la même, que celle que nous avons déjà donnée pour les diſſolutions métalliques par les acides, & que nous détaillerons davantage dans peu (§. XLVII), c'eſt pourquoi j'ai conſervé ici l'ordre que j'ai ſuivi dans les colonnes des acides, en attendant que l'expérience nous en faſſe trouver un meilleur.

J'ai déjà fait voir par pluſieurs exemples

(§§. V, XIII, XV, XVII), quelle eſt l'influence du phlogiſtique pendant, que les métaux ſe diſſolvent dans les acides; il me reſte actuellement à examiner quelques combinaiſons de l'alkali volatil avec ces mêmes ſubſtances. Lorſque l'on met un peu de limaille de cuivre dans un flacon rempli d'alkali volatil cauſtique, il ne ſe fait aucune diſſolution, ſi le flacon eſt entièrement rempli & bien bouché; mais ſi on laiſſe un petit eſpace vuide entre la liqueur & le bouchon, ou que l'on tienne le flacon débouché pendant un quart-d'heure (& qu'on le rebouche enſuite), l'on obtient une diſſolution au bout de quelques jours, mais abſolument ſans couleur, comme de l'eau pure; alors ſi l'on vient à ôter le bouchon, la ſurface devient bleue dans peu de tems, & la couleur s'étend enſuite peu-à-peu, juſqu'à ce que toute la liqueur ſoit devenue également colorée par-tout. Si l'opération ſe fait dans un vaſe découvert, la même couleur s'obtient dans peu de tems, & paroît dès le commencement. Cette diſſolution perd de nouveau ſa couleur, en laiſſant le flacon bouché pendant vingt-quatre heures, après y avoir ajouté de nouvelle limaille. Toutes ces variations ſi remarquables, dépendent du phlogiſtique. En effet, le cuivre eſt inſoluble ſous forme métallique; au contraire, il ſe diſſout bien, pour peu qu'il

air perdu de ſon principe inflammable. Cette perte eſt produite ici, lorſque le flacon eſt débouché, ou qu'il n'eſt pas totalement rempli par l'action de l'air qui attire puiſſamment le phlogiſtique, comme nous le démontrerons par la ſuite (§. XLVII); & ſuivant qu'elle eſt plus ou moins conſiderable, elle fait varier plus ou moins les effets; c'eſt-à-dire, ſi le cuivre n'a perdu que la quantité qu'il doit néceſſairement perdre pour devenir ſoluble, la diſſolution n'a point de couleur, au lieu qu'elle eſt bleue, s'il a perdu davantage de phlogiſtique: c'eſt ce qu'on apperçoit clairement à l'œil, car la première diſſolution qui eſt ſans couleur, expoſée à l'air perd bientôt une plus grande quantité du principe inflammable, & commence auſſi à devenir bleue, & à l'inſtant même, dès qu'elle eſt en plein contact avec l'air. D'un autre côté, la diſſolution colorée en bleu, perd ſa couleur de la manière que nous l'avons dit, parce que l'alkali volatil quitte le cuivre trop calciné, pour s'emparer de celui qui l'eſt peu. La force avec laquelle l'alkali volatil tend à s'emparer du cuivre déphlogiſtiqué, aide beaucoup l'air à produire cet effet.

L'alkali volatil détonne avec le nitre; il s'enſuit évidemment qu'il contient du phlogiſtique,

& que c'eſt même un de ſes principes prochains, que l'on peut lui enlever par une attraction plus forte, au moyen des chaux de manganèſe, de mercure, d'or, ou de quelques autres ſubſtances, & l'on obtient alors en même tems un fluide élaſtique d'une nature particulière, qui conſtituoit probablement l'autre principe de l'alkali volatil : je dis *probablement*, car en lui ajoutant du phlogiſtique, l'on n'eſt pas encore parvenu à le réduire en alkali volatil. Il faut bien remarquer que, dans cette décompoſition, l'on ne retrouve pas le moindre veſtige d'alkali végétal, ce qui devroit arriver, ſi l'alkali volatil, comme l'ont prétendu pluſieurs Chymiſtes, provenoit de ce dernier combiné intimement avec le phlogiſtique.

Par la voie sèche, les affinités de l'alkali volatil paroiſſent différer de celle des deux précédens, en ce qu'il peut être ſéparé par le feu ſeul, lorſqu'il eſt combiné à quelque ſubſtance fixe; c'eſt pourquoi j'ai cru devoir les exclure.

§. XL.

VINGT-NEUVIÈME COLONNE.

La terre pesante caustique.

Le célèbre Margraaf assure que la base du spath pesant est la terre calcaire : l'expérience a démontré en effet, qu'elle s'en rapprochoit beaucoup par plusieurs de ses propriétés. Mais MM. Gahn & Schéele, en l'examinant plus attentivement, ont trouvé beaucoup de différence entre ces deux terres ; & mes expériences particulières m'en ont encore fait voir davantage. Elles se ressemblent, en ce que toutes deux font effervescence avec les acides, perdent leur acide aërien par le feu, deviennent, par ce moyen, solubles dans l'eau, & leur dissolution forme pellicule à l'air libre, & qu'elles donnent la causticité aux alkalis, dissolvent le soufre, &c. Mais en même-tems elles présentent des différences très-remarquables ; car la sélénite est plus légère, & se dissout entièrement dans l'eau. La terre pesante, au contraire, saturée d'acide vitriolique, forme le spath pesant, presque insoluble, dont la pesanteur spécifique va jusqu'à 4, 500. L'acide nitreux & l'acide marin donnent, avec la chaux, des

ſels déliqueſcens; avec la terre peſante, des ſels qui cryſtalliſent, & ſont peu ſolubles. La chaux, ſaturée de vinaigre, donne des cryſtaux; la terre peſante, un ſel preſque déliqueſcent: enfin elles diffèrent conſidérablement par leurs attractions, comme on l'a vu juſqu'ici, & comme l'on va le voir encore par la ſuite.

Cette terre ſe trouve peu répandue ſur la ſurface de la terre; juſqu'à préſent elle ne s'eſt préſentée que combinée avec l'acide vitriolique, & d'une manière ſi intime, qu'on ne peut l'en ſéparer que par le moyen de la matière inflammable des huiles ou du charbon, qui réduit cet acide en ſoufre à l'aide du feu, & même aſſez difficilement. Pour l'avoir pure enſuite, il faut la diſſoudre dans l'acide nitreux, & la précipiter par l'alkali fixe aëré, au moyen d'une double affinité; car elle ne cède pas cet acide, à l'alkali cauſtique (§. XIV).

La terre peſante forme des ſels peu ſolubles avec la plupart des acides. La plus petite goutte d'acide vitriolique, verſée ſur toutes ces diſſolutions, en précipite du ſpath peſant, qui gagne le fond ſous forme pulvérulente, de ſorte que je ne connois rien de mieux, pour découvrir les moindres veſtiges d'acide vitriolique, que cette terre diſ-

ſoute par l'acide du ſel ou du vinaigre ; car elle l'enlève à toutes ſes baſes.

L'acide du ſucre vient immédiatement après celui du vitriol. Si l'on en verſe quelques gouttes dans les diſſolutions de terre peſante, ſaturée par les acides nitreux ou marin, il en ſépare dans peu de minutes des cryſtaux tranſparens, formés par cette terre unie à l'acide du ſucre. Le même acide décompoſe également les combinaiſons de la terre peſante avec les acides du ſuccin, du ſpath fuſible, de petite oſeille, du phoſphore & du ſel perlé, & même du ſucre de lait, qui tous l'emportent ſur l'acide marin.

L'acide du ſuccin occupe le troiſième rang, l'acide ſpathique le quatrième : celui-ci précipite les diſſolutions de terre peſante par les acides oxalin, phoſphorique, perlé, nitreux & marin ; & de peur que l'on attribue cet effet à l'acide vitriolique, qui pourroit ſe rencontrer dans l'acide ſpathique, il faut remarquer que l'acide vitriolique, verſé ſur le précipité, en dégage à l'inſtant l'acide ſpathique en vapeurs.

L'acide oxalin chaſſe le phoſphorique, le perlé, ceux du ſucre de lait, du nitre & du ſel, & forme un ſel très-difficile à diſſoudre.

Après lui, ſuivent les acides du phoſphore ; du ſel perlé, du ſucre de lait, du nitre & du ſel. J'ai placé l'acide ſébacé après l'acide marin, en attendant que ſa force reſpective ſoit déterminée. Enfin le reſte des acides forme la ſérie ſuivante. L'acide du citron, du tartre, de l'arſenic, du lait, du benjoin, du vinaigre, du borax, du vitriol & du nitre phlogiſtiqués, l'acide aërien & celui du bleu de Pruſſe. Cependant l'ordre reſpectif des premiers, demande à être confirmé par l'expérience. L'acide arſenical ne forme pas de précipité viſible dans la diſſolution de terre peſante par le vinaigre, mais il paroît former une combinaiſon triple ; cependant il chaſſe clairement l'acide du benjoin.

Je conjecture que la terre peſante s'approche beaucoup des alkalis, par la voie ſèche ; j'en exclus néanmoins les terres, parce qu'elle ſe combine à peine avec elles par la fuſion ; & j'ai ajouté l'alkali fixe & la chaux de plomb, car elle fond au feu avec ces ſubſtances.

§. XLI.

Trentième Colonne.

La chaux cauſtique (Vive).

La chaux pure, dans la rigueur du terme, eſt celle qui eſt débarraſſée de toute ſubſtance hétérogène ; mais je me ſers ſouvent de cette dénomination, pour indiquer qu'elle eſt privée d'acide, & ſur-tout d'acide aërien. Ses attractions électives ſont bien différentes de celles de la terre peſante. Ici le premier rang appartient à l'acide ſaccharin, qui enlève la chaux à tous les autres (*fig.* 14). Il eſt ſuivi par l'acide oxalin, qui décompoſe même le gypſe (*ſélénite*), en s'emparant de ſa baſe. L'acide vitriolique l'emporte après cela, ſur l'acide nitreux & ſur tous les autres (*fig.* 16). L'acide du tartre prend la chaux à l'acide du ſuccin, à ceux du phoſphore, du ſel perlé & aux ſuivans. Les acides phoſphoriques, perlé & du ſucre de lait, l'enlèvent de même aux acides nitreux, marin, ſpathique, arſenical, des fourmis, du lait, du citron & du vinaigre. L'acide ſpathique attire la chaux plus fortement que l'acide des fourmis & le vinaigre ; mais ſa force ſurpaſſe à peine celles des acides nitreux & marin,

à moins qu'il ne ſoit aidé de beaucoup d'eau, & d'une double affinité. Les acides du citron & du benjoin, ſont plus forts que le vinaigre. L'acide arſenical ne trouble pas les diſſolutions de chaux par l'acide des fourmis & du vinaigre, à moins qu'elles ne ſoient aſſez concentrées. La place de l'acide ſébacé eſt encore incertaine. Enfin les derniers articles de cette colonne, ſuivent le même ordre que dans la précédente.

Ce que nous avons dit dans le paragraphe précédent, à l'égard des attractions par la voie sèche, doit s'entendre également de la chaux, de la magnéſie & de l'argille, excepté que la dernière attaque à peine le ſoufre.

§. XLII.

Trente-unième Colonne.

La magnéſie cauſtique.

Cette terre, connue dans les pharmacies ſous le nom de *magnéſie blanche*, diffère de la chaux, à beaucoup d'égards, comme je l'ai démontré dans une diſſertation particulière. J'ai cru qu'elle attiroit très-fortement l'acide ſpathique, & que celui-ci l'enlevoit à tous les autres acides

(*fig.* 15); mais des expériences répétées m'ont fait voir que j'avois été trompé par un ſédiment quartzeux. Ainſi je place l'acide du ſucre le premier, & les autres enſuite, comme on le voit dans la Table. L'ordre des affinités de pluſieurs d'entr'eux a été déterminé par des expériences, dans la diſſertation que je viens de citer. Il reſte cependant quelques places encore douteuſes, & principalement celles qu'occupent les acides de l'oſeille & du citron. La magnéſie calcinée ne ſe diſſout pas dans l'eau, comme les terres précédentes, ce qui forme un grand obſtacle pour déterminer ſes attractions.

§. XLIII.

TRENTE-DEUXIÈME COLONNE.

L'argille pure.

Sous cette dénomination j'entends la terre de l'alun bien purifié, car l'argille ordinaire ſe trouve toujours mêlée, avec plus ou moins de terre ſilicée; elle contient cependant la vraie baſe de l'alun, & c'eſt à elle qu'elle doit ſes propriétés particulières.

L'acide vitriolique attire l'argille plus fortement que tous les autres, enſuite l'acide nitreux,

& l'acide marin après. L'ordre que ſuivent les autres n'eſt pas encore déterminé aſſez exactement ; il eſt certain cependant que les acides fluoriques, árſenical, ſaccharin, tartareux & phoſphorique, enlèvent l'argille au vinaigre. Il eſt difficile de bien déterminer les affinités de l'argille pure, non-ſeulement parce qu'elle eſt inſoluble dans l'eau, de même que la magnéſie ; mais de plus, parce que la plupart de ſes combinaiſons cryſtalliſent confuſément, ou tombent en déliqueſcence, ce qui empêche le plus ſouvent d'appercevoir les décompoſitions.

§. XLIV.

Trente-troisième Colonne.

La terre ſiliceuſe (Quartzeuſe).

Pendant que l'on décompoſe le fluor minéral pour en retirer l'acide au moyen de l'acide vitriolique, ſi le récipient contient un peu d'eau, la ſurface de celle ci ſe couvre même au plus petit degré de chaleur, d'une poudre blanche, qui forme bientôt une croûte : quand elle eſt briſée, & qu'elle tombe au fond de l'eau, une autre la remplace dans peu de tems, & ainſi de ſuite, tandis qu'il paſſe de l'acide fluorique. Cette ſubſ-

tance ramaſſée & bien lavée, montre toutes les propriétés de la terre ſiliceuſe ; j'en ai envoyé un peu à M. Macquer, qui m'a aſſuré qu'elle ſe comportoit comme la terre ſiliceuſe, au foyer du miroir ardent. A préſent, d'où vient cette poudre? Exiſtoit-elle dans le ſpath fuſible, d'où elle auroit été volatiliſée par la chaleur? a-t-elle été extraite du verre? ou bien ſe forme-t-elle ici de ſes propres principes?

Je ne peux pas nier, que le fluor minéral ne contienne ſouvent des molécules quartzeuſes ; mais elles ne ſont qu'accidentelles, car celui de Garpenberg, dont je me ſuis ordinairement ſervi dans cette opération, quelquefois n'en contient pas la plus petite molécule. Quand il eſt réduit en poudre ſubtile, il ſe diſſout en entier dans l'eau régale, à l'aide d'une longue digeſtion ; ce qui n'auroit pas lieu, s'il contenoit quelque choſe de ſiliceux. Il eſt clair, d'après cela, que cette terre n'entre pas eſſentiellement dans la compoſition du fluor minéral, & que ce n'eſt pas à elle, que l'on doit attribuer la poudre qui ſe raſſemble dans le récipient, quand elle ne ſe rencontre pas dans ce minéral ; mais peut-être quelques autres échantillons de Garpenberg, ſont plus ou moins mélangés de terre quartzeuſe. Le verre contient, à la vérité, cette terre, & il eſt

corrodé dans cette opération ; cependant comme M. Schéele a obtenu la même poudre, en ſe ſervant de vaiſſeaux métalliques, j'ai cru longtems qu'il y avoit réellement ici une nouvelle production. En effet, j'avois mis dans une phiole de fer ou de cuivre, que l'acide vitriolique concentré n'attaque pas, du fluor minéral en poudre, avec un poids égal de fort acide vitriolique ; je fermai la phiole avec un bouchon, ſous lequel étoient attachés différens corps, les uns ſecs, les autres humectés : le tout fut expoſé à une légère chaleur pendant quelques heures, & lorſque je la débouchai, je trouvai toutes les ſubſtances humectées, couvertes de cette pouſſière, tandis que celles qui étoient sèches, n'en avoient point. Le ſpath que j'employai contenoit certainement du quartz, car le célèbre Meyer a prouvé depuis, par des expériences exactes & très-ingénieuſes, que ſans verre il ne ſe produiſoit point de cette poudre dans les vaiſſeaux métalliques : le fluor ne lui donna rien avec l'acide vitriolique, au lieu qu'un mélange ſemblable, auquel il avoit ajouté du verre, diſtillé de même dans des vaiſſeaux métalliques, ſe bourſoufla beaucoup, & volatiliſa de la poudre quartzeuſe. L'acide ſpathique attire donc fortement la terre ſiliceuſe, s'en empare, & la retient juſqu'à ce qu'il ſoit abſorbé par l'eau ;

alors par cette nouvelle combinaiſon, il eſt forcé d'en lâcher une partie; le reſte eſt tenu en diſſolution dans la liqueur devenue acide, & peut en être ſéparé par les alkalis (1). Mais aucun autre acide ne peut attaquer la terre ſiliceuſe, & la diſſoudre, même dans l'état de la plus grande diviſion, telle qu'elle ſe trouve lorſque l'on vient de la précipiter de la liqueur des cailloux (2).

Les alkalis fixes, principalement s'ils ſont cauſtiques, diſſolvent par la voie humide, la terre ſiliceuſe réduite en poudre très-ſubtile; mais ils en diſſolvent beaucoup plus par la voie sèche. Tous les acides, ſans en excepter même l'acide aërien, décompoſent cette combinaiſon.

L'acide fluorique précipite auſſi la liqueur des cailloux; la poudre qui tombe n'eſt cependant pas de la terre ſiliceuſe pure; elle contient en même-tems de l'alkali combiné à l'acide ſpathique, & formant avec elle un ſel triple.

L'eau n'attaque aucunement le ſilex à la tem-

(1) *Opuſc. Vol. 2. pag. 34. Trad. Françoiſe, Tom. 2. pag. 36.*

(2) *Ibid. pag. 36, & Vol. 3, pag. 314, Trad. Franç. Tom. 2, pag. 32.*

pérature moyenne. En évaporant l'eau des fontaines d'Upſal, après les avoir filtrées pluſieurs fois, j'y trouve toujours, à la vérité, un peu de poudre ſiliceuſe; mais il eſt certain que le ſilex eſt dans ce cas d'une telle ſubtilité, qu'une fois mêlé avec l'eau, il y reſte ſuſpendu par le frottement; car la diviſion augmente les ſurfaces, & avec elles le frottement, qui équivaut enfin à l'excès de poids, qui provient de la gravité ſpécifique.

Par la voie sèche, la terre ſiliceuſe entre en fuſion à l'aide du borax, du minium & d'autres ſubſtances convenables, principalement & avec la plus grande facilité, par le moyen de l'alkali fixe.

Quelques modernes mettent encore *la terre de l'ivoire* au rang des terres primitives, mais à tort, car elle eſt certainement compoſée; elle contient de la chaux combinée à l'acide phoſphorique, & reſſemble entièrement à la terre de corne de cerf.

§. XLV.

Trente-quatrième Colonne.

L'eau.

Puiſque le ſable *mouvant* garde le niveau, tellement que les animaux peuvent y être ſubmergés, & que d'un autre côté, le gypſe pulvériſé mis dans une chaudière ſur le feu, paroît liquide, ſans parler de pluſieurs autres exemples; rien n'empêche de conſidérer les liquides en général, comme formés de molécules ſolides, ſi ſubtiles, qu'elles ſe dérobent à l'œil même le mieux armé, qui ſe meuvent entre elles avec la plus grande facilité, & dont l'aſſemblage prend une ſurface horizontale, à cauſe de leur légèreté, de leur maſſe, de leur figure ou de l'interpoſition d'un fluide plus délié. Ainſi l'eau paroît n'être autre choſe qu'une terre rendue liquide par la chaleur; auſſi ſe condenſe-t-elle en un corps ſolide, ſi la chaleur diminue juſqu'à un certain point : au contraire, elle ſe réſout en vapeurs élaſtiques, ſi celle-ci eſt augmentée au-delà d'un certain terme. En effet, chaque molécule attire la chaleur, ou la matière de la chaleur, avec une force déterminée, & s'en

forme une eſpèce de petite athmoſphère. La maſſe entière reſte fluide, pendant que ces athmoſphères empêchent le contact des molécules ; & lorſqu'elles viennent à augmenter, les diſtances augmentent également, & le volume s'enfle ; mais les attractions mutuelles diminuent en même-tems juſqu'au point, que les molécules qui ſont à la ſurface de l'eau, ſont enfin dilatées en vapeurs élaſtiques, par une ſuffiſante quantité de chaleur. A cent degrés (1) cet effet a lieu parfaitement, & dans toute la maſſe : les vapeurs qui s'échappent alors en très-grande quantité, produiſent le mouvement de l'ébullition. Elles ſurpaſſent quatorze mille fois le volume de l'eau, c'eſt pourquoi leur ſurface ainſi augmentée, peut abſorber une beaucoup plus grande quantité de chaleur qu'auparavant : ne ſeroit-ce point par cette raiſon, que toute évaporation produit du froid ? Au contraire, ſi cet excès de chaleur vient à être diminué par un air froid, ou par une autre cauſe quelconque, les vapeurs diminuent de volume ; & ſe réſolvent enfin en gouttes d'eau, & ſi la matière de la chaleur continue à décroître, les molécules aqueuſes ſe précipitent en contact, & lorſqu'elles ſe touchent une fois, elles ſe meuvent plus len-

(1) Thermomètre de Suède, 80 de Réaumur.

tement, perdent à la fin leur mobilité, & ſe coagulent en glace. Ce que nous dirons bientôt de la chaleur ſpécifique, éclaircira cette explication (§. XLVIII).

L'eau diſſout principalement les matières ſalines, gommeuſes & ſpiritueuſes. On a peu examiné juſqu'à préſent, l'ordre de la diſſolubilité des ſels, & ce n'eſt pas un travail aiſé. L'acide vitriolique concentré, enlève l'eau de diſſolution au tartre vitriolé, à l'alun, au vitriol, au ſublimé corroſif, & à d'autres ſels qu'il ne décompoſe pas, & qui, par ce moyen, cryſtalliſent à l'inſtant; les autres acides ne produiſent pas cet effet d'une manière ſenſible.

Les alkalis cauſtiques attirent auſſi l'eau fortement, & précipitent, par cette raiſon, pluſieurs ſels qu'ils ne décompoſent pas.

L'eau a plus d'affinité avec l'eſprit-de-vin, que n'en ont les ſels inſolubles dans ce dernier menſtrue, qui peut les précipiter par cette raiſon. C'eſt ce qui arrive à l'alkali volatil, qui prend le nom de ſavon de Van-Helmont, lorſqu'il eſt précipité de cette manière.

Au reſte, l'on ne connoît pas, & l'on a même

négligé juſqu'à préſent, les forces attractiv
l'eau, par rapport aux différens ſels neut
moyens. Il eſt probable, toutefois, qu'elle l
tire chacun en particulier d'une manière iné
& que l'un l'a cédé à l'autre.

L'eau peut, en quelque ſorte, ſéparer l
de l'eſprit-de-vin.

§. XLVI.

Trente-cinquieme Colonn

L'air vital.

A] L'athmoſphère qui environne de t
parts notre globe, eſt compoſé d'un fluide
culier, tranſparent & élaſtique, que nous ju
homogène, & auquel nous avons donné le
d'air commun, ou *d'air athmoſphérique*. S
vient à l'examiner de plus près, l'on trouve,
dépendamment des vapeurs qu'il contient,
varient de mille manières, ſuivant la div
des lieux & des vents, il eſt formé du mé
de trois fluides qui diffèrent beaucoup, qu
leurs propriétés. La plus grande partie, qui
paſſe trois fois & plus les deux autres, du r
près de la ſurface de la terre, ne peut ſe
l'en

l'entretien du feu ni à la reſpiration ; elle tire probablement ſon origine de l'air vital, qui a ſubi, peut-être par l'addition ou par la ſouſtraction du phlogiſtique, un changement inconnu juſqu'à préſent ; c'eſt pourquoi on peut l'appeller *air vicié* (moſette). Celui que les Anglois appellent *déphlogiſtiqué*, & que j'ai nommé autrefois bon air, air pur, air nud, eſt d'une nature bien différente ; je penſe qu'on doit lui donner le nom *d'air vital*, avec le célèbre Secrétaire de l'Académie des Sciences de Paris, puiſqu'il eſt non-ſeulement le ſeul propre à la reſpiration & à la combuſtion ; mais qu'il y eſt indiſpenſablement néceſſaire, tous les autres étant méphitiques. L'acide aërien forme la plus petite portion de l'athmoſphère ; il n'en fait preſque jamais le $\frac{1}{10}$.

B] L'air vital eſt en petite quantité dans l'athmoſphère, il n'y entre ordinairement que pour un quart, & va rarement au-delà d'un tiers, comme nous venons de l'indiquer. Cependant il eſt poſſible de s'en procurer par l'art, de pluſieurs manières. Une once de nitre, expoſé à un feu de fuſion, doit fournir à l'appareil pneumatique, depuis 500 juſqu'à 600 pouces cubiques, d'un air beaucoup meilleur que l'air athmoſphérique, ſur-tout au commencement de l'opération. L'acide nitreux, verſé ſur les terres & les métaux, diſtillé enſuite

à ſiccité & pouſſé au feu, donne toujours, après l'air nitreux (s'il ſe trouve du phlogiſtique), une quantité plus ou moins conſidérable d'air vital. Les vitriols de fer, de cuivre & de zinc; les différentes terres *vitriolées*, & même la pierre calaminaire, la manganèſe noire, & les chaux des métaux parfaits, obtenues par la précipitation, fourniſſent auſſi une portion d'air vital, à meſure qu'elles ſe revivifient (ſans addition), au moyen d'un degré de chaleur convenable. D'où l'on peut conclure avec raiſon que, quoique cet air puiſſe s'obtenir ſans employer l'acide nitreux; cependant l'on en obtient beaucoup plus par ſon moyen, de ſorte qu'il eſt preſqu'indubitable, ou que cet air eſt un des principes conſtituans de l'acide nitreux, ou que celui-ci entre dans ſa compoſition. Dans le premier cas, l'air vital ſeroit privé d'une ſubſtance particulière, qui lui communique, entre autres propriétés, une acidité très-forte, lorſqu'elle eſt combinée avec lui dans une proportion exacte. L'on ignore la nature de cette ſubſtance, du moins le gas nitreux ſeul ne ſuffit pas, à moins que l'on ne rejette l'exiſtence du phlogiſtique, qui eſt prouvée par des expériences convaincantes. Il ne paroît pas non plus que ce ſoit le phlogiſtique qui affoiblit d'ailleurs tous les acides, & les enchaine pour-ainſi-dire tout-à-fait en les ſaturant. Il faut cependant ſe rappeller, que les compoſés

préſentent quelquefois des propriétés, qui n'appartiennent à aucun de leurs principes conſtituans. Mais dans ce cas-ci, cette ſimple poſſibilité n'eſt encore appuyée d'aucune expérience, qui démontre évidemment, qu'une acidité diſtincte ſoit produite par la combinaiſon du phlogiſtique. La ſeconde hypothèſe a pour elle les argumens ſuivans. L'expérience a prouvé que l'acide nitreux eſt très-avide de phlogiſtique, que celui-ci l'affoiblit beaucoup, & le réduit enfin ſous forme d'air, lorſqu'il eſt aidé d'un peu de matière de la chaleur; une plus forte doſe de principe inflammable, ſaturant l'acide, forme le gas nitreux. Ne pourroit-il donc pas arriver, que l'addition d'une plus grande quantité de phlogiſtique ou de matière de la chaleur, ou de tous les deux enſemble, addition que ſemble indiquer l'augmentation de poids, produisît une combinaiſon analogue à l'air vital? Quoique cette hypothèſe ne ſoit pas non plus exempte de difficultés, que nous rapporterons par la ſuite, néanmoins en l'admettant avec celle de Schéele, ſur la compoſition de la chaleur, les phénomènes de la formation de l'air vital peuvent s'expliquer aſſez clairement. L'on ſait que l'acide nitreux peut ſe phlogiſtiquer par la fuſion du nitre. Son adhéſion à l'alkali diminue à meſure que la quantité du principe inflammable augmente, & ceſſe entièrement dès qu'il en eſt ſuffiſamment

ſaturé ; de ſorte que la chaleur ſeule ſuffit alors pour le chaſſer, transformé en air vital. Le phlogiſtique, qui augmente ainſi ſucceſſivement dans cette opération, provient de la matière de la chaleur qui pénètre le nitre, & ſe décompoſe en même-tems; mais tandis que l'un de ſes principes ſe ſépare pour s'unir à l'acide, l'autre devient libre également ; & comme ce dernier eſt l'air vital, ſuivant l'hypothèſe, la grande quantité que l'on en retire du nitre vient de deux ſources, la compoſition & la décompoſition. Si tout cela eſt vrai, il eſt aiſé de comprendre, pourquoi l'on obtient cet air de l'acide nitreux verſé ſur preſque toutes les ſubſtances, & pourquoi l'on en obtient de nouveau, ſi l'on les humecte de nouvel acide, lorſqu'elles viennent à être épuiſées. L'acide par lui-même eſt ſi volatil, qu'il s'échappe avant d'être aſſez concentré, pour s'emparer du phlogiſtiqué néceſſaire ; mais en lui donnant une baſe, celle-ci le fixe, & ſi elle contient du principe inflammable, elle produit du gas nitreux au commencement de l'opération, à une chaleur modérée.

Les matières qui fourniſſent de l'air vital ſans le ſecours de l'acide nitreux, contiennent préſque toutes quelque choſe de métallique, qui, à l'aide d'un feu très-violent, décompoſe ou la chaleur

ſpécifique qui leur eſt propre, ou celle qui pénètre à travers les vaiſſeaux. C'eſt ainſi que les chaux des métaux nobles paroiſſent ſe revivifier, ſans l'addition du phlogiſtique, même celles qui ne prennent point d'acide aërien dans leur précipitation, ou qui ne contiennent point d'acide nitreux, comme la chaleur d'or diſſout par l'acide marin déphlogiſtiqué, & précipité enſuite. Les chaux des métaux imparfaits, telles que celles du plomb, du fer, du zinc, du magnéſi, & peut-être de pluſieurs autres, peuvent auſſi décompoſer la chaleur; mais elles ne peuvent retenir la quantité de principe inflammable, néceſſaire à la réduction. La chaux noire de manganèſe ne blanchit pas même par l'action du feu ſeul; au lieu qu'elle fixe ſuffiſamment de phlogiſtique pour devenir ſoluble, lorſqu'elle eſt aidée par l'action de l'acide vitriolique. De ſemblables phénomènes ſe rencontrent quelquefois par la voie humide, quoique rarement. Si l'on met dans une petite cornue, du minium déphlogiſtiqué par une calcination long-tems continuée, & que l'on y verſe, un peu plus que ſon volume, d'acide vitriolique concentré, le mélange s'échauffe bientôt & prend une couleur noire (phénomène qui arrive auſſi par la chaleur ſeule). L'efferveſcence eſt peu conſidérable, elle produit plus ou moins d'acide méphitique; mais après une minute ou deux, la chaleur

augmente tellement, que l'on ne peut plus toucher la cornue; la maſſe blanchit en même-tems, & il s'en dégage avec force un fluide élaſtique, ſemblable à une fumée blanche, qui n'eſt autre choſe que de l'air vital chargé d'un peu de poudre blanche volatiliſée, qui lui donne au commencement cette apparence de fumée. Il faut mêler du verre pilé avec le minium, afin qu'il ſoit plutôt pénétré par l'acide vitriolique, ſans quoi le minium blanchit à ſa ſurface, pendant qu'il noircit ou qu'il n'a même pas encore été attaqué par l'acide vitriolique dans l'intérieur de ſa maſſe; & dans ce cas, l'air vital ſe trouve mêlé d'acide méphitique durant tout le tems qu'il ſe dégage. J'ai traité de la même manière le minium avec l'acide marin; mais il faut employer ici l'action du feu, pour faire bouillir le mélange. J'en ai retiré de l'acide aërien, de l'acide marin déphlogiſtiqué, & à peine $\frac{1}{4}$ d'air vital. Je ne doute pas que l'acide aërien ne fût uni au minium; mais il reſte à éprouver s'il ſe trouve auſſi dans le minium récemment préparé: c'eſt ce que je n'ai pas pu déterminer, parce que le minium ne ſe prépare point en Suède. Il eſt probable qu'il n'a pas pu ſe combiner au plomb pendant la longue calcination qu'il a éprouvée, mais que la chaux de celui-ci l'a attiré de l'athmoſphère, comme il arrive à l'égard de la chaux vive. L'on peut avec raiſon demander, d'où vient

l'air vital ? Quelques-uns le font venir de l'acide aërien déphlogiſtiqué, & M. Schéele, de la décompoſition de la chaleur. Tout le minium qui a été examiné juſqu'à préſent, contient une petite portion de manganèſe noire, capable de décompoſer la chaleur ; peut-être auſſi le plomb, ſuffiſamment calciné, jouit-il du même pouvoir. L'acide du ſel ſe décompoſe plus facilement, & c'eſt pour cela que l'on obtient ſi peu d'air vital, en employant ce menſtrue. Le plomb aëré, traité comme le minium, ne donne que de l'acide aërien ; mais le nitre mercuriel calciné au rouge, & le précipité, qui ſe forme ſpontanément dans la diſſolution du vitriol martial, produiſent avec l'acide vitriolique, à-peu-près les mêmes effets que le minium. Le fer n'eſt preſque jamais exempt de manganèſe ; d'ailleurs il paroît capable de décompoſer par lui-même la chaleur, puiſque celui qui n'eſt pas attirable à l'aimant, acquiert cette propriété ſans addition de phlogiſtique, ſeulement en le faiſant chauffer dans un creuſet.

La grande chaleur ſpécifique de l'air vital, que l'on peut démontrer par des expériences convenables, rend très-ſuſpecte l'opinion de ceux qui prétendent qu'il tire ſon origine de l'acide nitreux, combiné à un excès de phlogiſtique ; & peut-être

de nouvelles expériences en démontreront un jour la fauſſeté.

C] Il eſt tems enfin de conſidérer les rapports de l'air, à l'égard des autres corps. Il n'eſt aucune ſubſtance connue juſqu'à préſent, ſur laquelle l'air vital agiſſe avec plus de promptitude & d'énergie, que ſur l'*air* ou *gas nitreux*. A l'inſtant même qu'ils ſont en contact, toute la maſſe frémit en quelque ſorte, rougit, s'échauffe, & diminue de volume. Ceux qui cherchent à pénétrer les ſecrets de la nature, ne conviennent pas encore de la cauſe de ces phénomènes : il y a cependant deux opinions principales, dont l'une ſera probablement vraie. M. Kirwan a donné l'explication ſuivante (1). Le phlogiſtique eſt attiré plus fortement par l'air vital que par l'acide nitreux ; c'eſt pourquoi le gas nitreux ſe déphlogiſtique, perd ſa nature, & l'acide nitreux reparoît ſous forme de vapeur rutilante, que l'eau abſorbe promptement. En même-tems l'air vital, ſaturé de phlogiſtique, forme l'acide aërien, ou ſe change en air vicié, s'il en prend une plus grande quantité. Le volume diminue quelquefois tellement, qu'il n'en reſte que les $\frac{3}{100}$, effet qui eſt dû à la deſtruction du gas nitreux, & à la production de l'acide

(1) *Tranſact. Philoſoph.* 1782.

aërien, qui, étant plus pesant que l'air vital, contenant d'ailleurs moins de chaleur spécifique, doit nécessairement se contracter & occuper moins d'espace ; d'un autre côté l'eau peut l'absorber en entier. L'incalescence est produite par la destruction du gas nitreux, qui perd une portion de sa chaleur spécifique, de même que l'air vital en se phlogistiquant. Cette explication est très-ingénieuse ; mais pour qu'elle soit pleinement convaincante, il semble qu'il faudroit démontrer plus rigoureusement l'existence d'une aussi grande quantité d'acide aërien. Si je ne me trompe, l'on juge de la production de cet acide, par la précipitation de l'eau de chaux, & de sa quantité par la diminution du volume. Quant à la première, il est très-sûr que l'eau de chaux est troublée sensiblement par la plus petite portion d'acide aërien qui se rencontre par hasard mêlé à l'air vital ; mais la diminution de volume que l'on obtient en faisant passer l'air plusieurs fois à travers l'eau de chaux nouvellement faite, peut reconnoître une toute autre cause ; car l'eau absorbe $\frac{1}{14}$ de son volume d'air vital ; ainsi toute la diminution peut provenir de cette cause, si l'on employe une suffisante quantité d'eau. Dans l'hypothèse de Schéele, l'action de l'air vital sur le gas nitreux, dépend également de la phlogistication du premier ; mais l'on prétend que cette

combinaiſon du phlogiſtique avec l'air vital, produit de la chaleur, qui, dans ce cas-ci, n'eſt abſorbée par aucun des corps environnans, puiſque le gas nitreux, en paſſant de l'état de fluide élaſtique à celui de liquide, doit lâcher une portion de ſa chaleur ſpécifique, qui ſe diſtribuera entre les corps voiſins, & qui pénètre peu-à-peu à travers le verre. Nous examinerons par la ſuite, ſur quelle raiſon eſt fondée cette production de la chaleur (§. XLVIII).

Le *gas inflammable* des métaux contient le phlogiſtique preſque pur, ſous forme d'air, cependant il ne produit aucun changement ſur l'air vital, qui, à ſon tour, n'a point d'action ſur lui, pas même en augmentant le contact par une chaleur étrangère, ce qui paroît d'abord ne pouvoir s'accorder aiſément, avec ce que nous venons de dire du gas nitreux. Mais il faut obſerver que la décompoſition du gas nitreux s'opère par une double affinité; l'air vital attire ſa partie inflammable, en même-tems que l'eau ſa partie acide; c'eſt pourquoi, ſi l'on fait ce mélange dans un vaſe renverſé ſur du mercure bien ſec, l'expérience ne réuſſit pas. Mais le contact de la flamme, ou d'un corps embraſé, produit un effet ſurprenant ſur le mélange de l'air vital & du gas inflammable; car il prend

feu à l'inſtant, & brûle avec une telle impétuoſité, qu'il ſurpaſſe beaucoup le feu ordinaire, par ſa chaleur & ſon efficacité, & qu'il éblouit les yeux, par l'éclat & la vivacité de ſa lumière. Si l'on fait cette combuſtion dans un vaſe fermé par le mercure, ce qui peut s'exécuter en employant beaucoup de précaution, après que le feu eſt éteint, & l'appareil refroidi, l'on trouve que le volume de l'air a preſque entièrement diſparu. Le réſidu n'eſt que de l'air vicié, qui ne contient preſque jamais la plus petite quantité d'acide aërien. Cette diminution s'explique de deux manières, comme je viens de dire. A la vérité, l'on ne peut pas nier que le volume doit ſe reſſerrer, ſi l'air vital, en s'uniſſant au phlogiſtique, ſe change en acide aërien, fluide beaucoup plus peſant, & qui a beaucoup moins de chaleur ſpécifique; mais enſuite que ce dernier, par l'addition d'une plus grande quantité de phlogiſtique, ſe convertiſſe en air vicié, qui eſt beaucoup plus léger, & qui doit par conſéquent occuper un plus grand eſpace; c'eſt une explication qui ne paroît pas s'accorder avec le peu d'air qui reſte après l'expérience, quand même tout le gas inflammable ſe fixeroit.

En ſuppoſant ces deux airs parfaitement purs,

cette inflammation paroît la plus ſimple de toutes, car il n'y a aucun principe ſuperflu, qui puiſſe, pendant l'opération, donner ou un gas étranger, ou un réſidu capable d'abſorber avidement une partie du mélange.

Les étincelles électriques paroiſſent ſe rapprocher beaucoup de cette opération : on peut les conſidérer comme de petites flammes, qui, au moyen du phlogiſtique, changent l'air vital du fluide qui les environne, ou en acide aërien, ou en chaleur, ce que les nouvelles expériences décideront. Le gas alkalin eſt changé par ces étincelles en gas inflammable, qui ſurpaſſe trois fois le volume du gas alkalin : ce qui indique aſſez, que ces petites flammes lâchent du phlogiſtique libre, & ſous forme élaſtique.

Le phoſphore ſe conſume très-lentement dans l'air vital, ſans le ſecours de la chaleur, & il ne ſe conſume que très-peu, ou point du tout, à moins qu'il ne s'y rencontre de l'eau pour aider la décompoſition par une double affinité. L'on peut cependant le brûler dans un vaſe renfermé par le mercure, en conduiſant l'opération avec prudence. La méthode qui m'a le mieux réuſſi, conſiſtoit à introduire dans le vaſe un petit morceau de phoſphore, que j'allumois

enſuite ; en appliquant la flamme d'une chandelle à l'endroit où le phoſphore tenoit intérieurement au verre ; je répétois ſucceſſivement la même expérience, juſqu'à ce que le dernier morceau de phoſphore que j'introduiſois, refuſât de brûler. L'appareil refroidi, il ne me reſtoit jamais plus d'un quart de fluide élaſtique ; il n'en reſtoit ſouvent qu'un dixième, & quelquefois moins. Ce réſidu étoit de l'air vicié, ne contenant preſque jamais de l'acide aërien. Il ſemble qu'il eſt très-difficile d'admettre dans ce cas-ci, l'hypothèſe de la formation de l'acide aërien & de l'air vicié, par la phlogiſtication de l'air vital. Il n'y a point ici de phlogiſtique libre & ſous forme élaſtique, qui puiſſe diminuer le volume de l'air, en ſe condenſant ; cependant une raiſon qui peut affoiblir cette difficulté, c'eſt que l'acide phoſphorique mis à nud, exerce une abſorption conſidérable ; nous en parlerons plus au long par la ſuite. Le ſoufre peut ſe brûler de la même manière, & préſente à-peu-près les mêmes phénomènes.

L'eſpèce d'inflammation la plus compoſée, eſt celle qui, en conſumant un corps, tire de ſa propre ſubſtance, l'acide aërien, & donne en même-tems un réſidu capable d'abſorber. Telle eſt la combuſtion du pyrophore, de la bougie &

des autres matières du règne végétal ou animal. Aucune eſpèce d'inflammation ne peut avoir lieu ſans l'air vital ; c'eſt pourquoi on le regarde ordinairement comme l'aliment du feu ; mais les phénomènes varient plus ou moins, ſuivant la nature des corps à brûler. L'on aſſure qu'une chandelle, en brûlant juſqu'à extinction, dans un eſpace renfermé par le mercure, ne diminue que très-peu, ou point du tout, l'air qui l'environne ; & en effet, on trouve ſouvent le même volume après le refroidiſſement, car le ſuif, en ſe conſumant, fournit à-peu-près autant d'acide aërien, que la flamme détruit d'air vital. L'on ſait auſſi depuis long-tems, que les huiles donnent de l'acide aërien, en ſe décompoſant au feu dans des vaiſſeaux fermés.

Le *gas hépatique*, déphlogiſtiqué par l'air vital, dépoſe du ſoufre, mais ce n'eſt que lentement ; au lieu que le gas nitreux décompoſe l'air vital à l'inſtant du contact.

Les métaux, ſubſtances chargées de phlogiſtique, ne peuvent qu'être expoſés à l'avidité de l'air vital pour ce principe : ceux que l'on appelle imparfaits, ſont déphlogiſtiqués plus ou moins promptement, ſuivant les circonſtances ; les métaux parfaits réſiſtent plus long-tems, ce-

pendant l'or, même le plus pur, fondu & ſuffiſamment rarefié au foyer du miroir ardent, eſt forcé d'abandonner ſon principe inflammable (1). Le mercure qui tient, pour-ainſi-dire, le milieu entre les métaux parfaits, & les imparfaits, ſe calcine très-bien, & promptement, dans l'air vital ſuffiſamment échauffé, au lieu qu'il ne ſubit aucun changement dans l'air vicié, comme l'a découvert M. Prieſtley. J'ai éprouvé la même choſe avec le mélange de plomb, d'étain & de biſmuth, qui ſe fond au degré de chaleur de l'eau bouillante. Cet effet s'explique encore de deux manières, ou par la production de l'acide méphitique, ou par celle de la matière de la chaleur. L'on peut objecter contre la première hypothèſe, que diverſes chaux métalliques refuſent de ſe combiner avec l'acide aërien; que l'or, diſſout par l'acide marin déphlogiſtiqué & précipité par l'alkali, peut ſe revivifier ſans l'addition du phlogiſtique, quoique cette chaux d'or ne contienne ni acide nitreux, ni acide méphitique. A la vérité, le ſyſtême de Schéele ne préſente pas ces difficultés; mais il en reſte d'autres, qu'il eſt difficile d'expliquer par la décompoſition de la chaleur. Telle eſt, par exemple, la calcination du plomb par le mercure, dans l'air commun, qui eſt diminué

(1) *Macquer, Dict. de Chymie.*

par-là d'un quart, & d'où réſulte une chaux de plomb aërée (1); car je n'ai jamais trouvé que l'acide aërien formât la quatrième partie de l'air commun, & je ne ſache pas que perſonne l'ait trouvé non plus : il reſte cependant à éprouver, ſi le volume d'acide aërien que l'on retire de cette chaux, correſpond à cette diminution. Il eſt très-probable que l'augmentation de poids (des chaux métalliques), peut s'attribuer à l'acide aërien, lorſqu'il s'y rencontre; mais je ne doute pas que la chaleur ſpécifique, qui augmente en général, n'y contribue auſſi pour quelque choſe; de plus l'humidité abſorbée par la maſſe ſpongieuſe, ne doit pas être comptée pour rien.

Outre les ſubſtances dont nous venons de faire mention, il en eſt ſans doute beaucoup d'autres, ſur leſquelles l'action de l'air vital produit plus ou moins de changement, principalement celles qui ſont phlogiſtiquées; mais l'on ſait encore moins de quelle manière cet effet a lieu.

(1) M. Kirwan.

§. XLVII.

Trente-sixième Colonne.

Le Phlogiſtique.

Cette matière infiniment ſubtile, *ſe montre ſous deux états* comme l'acide aërien, l'état de combinaiſon. & celui de liberté. Dans le premier, elle entre dans la ſtructure des corps, ſe dérobe entièrement à nos ſens, & ſa préſence ne peut être reconnue que par ſes effets ; c'eſt pourquoi pluſieurs Chymiſtes ont cru que c'étoit une ſubſtance fictice & totalement impalpable ; mais c'eſt à tort. Les célèbres Phyſiciens Prieſtley & Kirwan, ont évidemment démontré l'exiſtence de ce principe, par l'analyſe & par la ſynthèſe, de ſorte, qu'à mon avis, il ne reſte plus aucune raiſon d'en douter. Ce principe fixé & combiné aux autres corps, & qui prend dans ce cas, le nom de *phlogiſtique* proprement dit, peut être dégagé & mis en liberté de pluſieurs manières ; mais alors, par une augmentation ſuffiſante de chaleur ſpécifique, il prend toujours l'élaſticité & la forme aërienne, ſous le nom de *gas inflammable*. Dans le Paragraphe ſuivant, l'analyſe du charbon nous four-

nira les données pour eſtimer, en quelque façon, le poids du phlogiſtique dans le gas inflammable. En effet, un pouce cubique décimal d'air inflammable peſe $\frac{63}{1000}$ de la livre docimaſtique; or un tel pouce contient autant de phlogiſtique que deux livres de fer forgé, c'eſt-à-dire $\frac{1}{100}$ (1), donc $\frac{63}{1000}-\frac{50}{1000}=\frac{13}{1000}$ indiquent le poids de la chaleur ſpécifique néceſſaire pour donner la forme aërienne. Nous en parlerons bientôt plus amplement (§. XLVIII, C, E,). Je ne parle ici uniquement, que du gas inflammable retiré des métaux : celui que fourniſſent les corps organiſés, eſt plus impur, & ſur-tout paroît intimement combiné avec une portion d'acide aërien.

Le phlogiſtique ſe trouve peut-être dans tous les corps, quoique ſa ténuité le cache dans pluſieurs. L'on ne peut examiner ici, par rapport aux affinités, que les principales combinaiſons dont il fait partie, encore ce travail préſente-t-il des obſtacles, qui ne ſont pas à mépriſer. La manganèſe ou magnéſie noire, par exemple, eſt ſi avide du principe inflammable, qu'elle décompoſe l'acide du ſel. Elle enlève auſſi ce principe à tous les métaux; mais il faut bien remar-

(1) Analyſis ferri, pag. 14.

quer que ce n'eſt qu'à l'aide d'un acide : elle n'agit cependant pas avec la même force, juſqu'à la ſaturation complette, mais ſeulement juſqu'à ce qu'elle en ait pris aſſez, pour devenir ſoluble dans les acides : une fois arrivée à ce point, elle attire ce qui lui manque pour ſa parfaite réduction, plus foiblement que toutes les autres chaux métalliques. Une attraction de cette ſorte, qui ne ſurpaſſe les autres que juſqu'à un certain terme, ſe rencontre ſans doute dans pluſieurs autres ſubſtances, quoiqu'on y ait fait peu d'attention juſqu'à préſent. Ainſi la chaux de fer, & peut-être auſſi celles des autres métaux imparfaits, pouſſée au feu ſans addition, s'empare, à la vérité, d'aſſez de phlogiſtique, pour devenir attirable à l'aimant ; mais elle n'en peut prendre, par ce moyen, la quantité néceſſaire pour ſe revivifier. En général, la portion de phlogiſtique qui revivifie les métaux, tient plus foiblement que celle qui les rend concrêts. Ces affinités ſont ſemblables, en quelque ſorte, à celle que l'acide du tartre exerce ſur les ſels à baſe d'alkali végétal (§. XXXVII). Lorſque la doctrine des affinités ſera parvenue à ſa perfection, je prévois qu'il ſera ſouvent néceſſaire de rapporter deux ou pluſieurs fois, la même ſubſtance, ſuivant qu'elle aura plus ou moins changé de nature dans différentes cir-

ſonſtances : l'on pourroit même rapporter ici ſéparément la chaux noire & la chaux blanche de manganèſe ; mais la première ayant beſoin du ſecours des acides, n'agit pas par une attraction ſimple : ainſi celle qui ſe trouve dans cette colonne, eſt la chaux blanche.

Il eſt très-difficile d'aſſigner la place de l'*air vital*, parce qu'il agit à peine, à moins qu'il ne ſoit aidé par une double affinité, ou par un grand degré de chaleur. Nous avons déjà parlé de ſes effets ſur le gas nitreux. Il faut le concours de la chaleur externe, ou de l'humidité qui environne le phoſphore, pour qu'il ſoit complettement décompoſé par l'air vital.

Le *mercure calciné* ſe revivifie, en le faiſant digérer dans l'acide du ſel ; mais on n'en a pas encore ſuffiſamment recherché la cauſe. Puiſque cet acide, lorſqu'il eſt déphlogiſtiqué, attaque le métal lui-même, il eſt difficile que la chaux puiſſe le déphlogiſtiquer : il reſte donc à examiner, s'il s'échappe de l'acide marin déphlogiſtiqué pendant la digeſtion. Dans l'hypothèſe de Schéele, la décompoſition de la chaleur ſuffit.

La manganèſe noire déphlogiſtique auſſi *l'al-*

kali volatil ; mais cet effet tient à une cauſe compoſée, puiſqu'il faut le ſecours de l'acide nitreux.

Tous ces phénomènes ne peuvent donc pas encore ſervir pour déterminer les attractions électives du phlogiſtique : ceux que nous allons rapporter, paroiſſent plus ſimples & plus propres pour cette fin.

L'acide nitreux décompoſe réellement le ſouffre, très-lentement à la vérité, ſans le ſecours de l'ébullition ; au lieu qu'il ſépare les principes de l'acide marin, même à une température moyenne.

L'acide marin déphlogiſtiqué, n'a point d'action ſur le ſoufre ; au contraire il enlève peu-à-peu le phlogiſtique à l'arſenic blanc, & réduit à l'inſtant le phoſphore en fumée blanche.

Quoique la précipitation des diſſolutions métalliques, par les métaux en état de régule, ſoit réellement l'effet d'une double attraction, une ſimple ſuffit cependant, pourvu que l'on puiſſe donner le phlogiſtique dans un état convenable. En effet, le principe inflammable attire les chaux métalliques avec différens degrés de force, & s'y combine juſqu'a ſaturation, après laquelle les

métaux ſe précipitent avec leur brillant métallique, & ne peuvent ſe diſſoudre de nouveau, qu'autant qu'on leur enlève de ce principe l'excès qui empêche la diſſolution. Si l'on met un métal quelconque dans une diſſolution d'or, celui-ci ſe précipite à l'inſtant, non pas parce qu'il eſt moins attiré par l'acide que l'autre métal, comme tous les Chymiſtes l'ont expliqué juſqu'ici; mais parce que le phlogiſtique préfère la chaux d'or à celle du métal ajouté, & s'y unit plus volontiers. On peut démontrer par la voie humide & par la voie sèche, que c'eſt-là la véritable raiſon de ce phénomène. La belle découverte de M. Sage en eſt une preuve par la voie humide. Ce célèbre Chymiſte mit un morceau de phoſphore dans une diſſolution métallique, étendue d'eau: celui-ci donna ſon phlogiſtique à la chaux métallique, & la réduiſit complettement dans quelques cas. Les chaux des métaux parfaits, & celle du cuivre, reprennent leur brillant métallique par ce moyen (1). Quoiqu'il n'y ait pas ici un échange réciproque des principes, néanmoins la réduction s'opère par deux cauſes; car l'eau ſeule attire peu-à-peu, & très-lentement, la partie acide du phoſphore, & facilite, par cela même, la combinaiſon du phlogiſtique avec la chaux métallique.

(1). *Roqier, Journ. de Phyſiq.* 1782.

Nous ne manquons pas d'expériences qui prouvent encore plus directement. M. Pellet ier assure, que l'acide arsenical dissout dans l'eau, reprend la forme réguline, si l'on fait passer un courant d'air inflammable à travers sa dissolution (1). Le même effet a lieu, avec d'autres métaux dissous dans les acides. D'un autre côté, l'on réduit de même les chaux métalliques par la flamme du gas inflammable pur; ce qui a lieu également, en les exposant au foyer d'un verre ardent, dans un vase fermé & rempli de ce fluide, comme M. Priestley l'a éprouvé. Le gas diminue de volume dans cette opération; mais le résidu n'a pas changé de nature, & se trouve aussi propre à la réduction qu'auparavant. On sait bien au reste qu'il est possible de revivifier certaines chaux métalliques, en les faisant fondre avec du fer, ou quelque autre métal convenable.

D'après cela, si l'on rapporte à leur véritable cause tous les phénomènes qui concernent les affinités du phlogistique avec les chaux métalliques, ils renversent totalement l'ordre que nous avons établi dans les colonnes précédentes. Ainsi, l'or passe du dernier rang au premier ou au second; le zinc est

(1) *Rozier, Journal de Physiq.* 1782.

renvoyé à la dernière place, & ainſi des autres; comme on le voit dans la colonne du phlogiſtique.

Il eſt certain que l'*acide arſenical* attire le principe inflammable, *plus fortement que l'acide phoſphorique* ; car ſi l'on met du phoſphore dans une diſſolution d'acide arſenical, ſa ſurface noircit bientôt, par la réduction de celui-ci en régule.

Par la voie sèche, j'ai diſpoſé les chaux métalliques ſuivant l'ordre que je viens d'établir. J'ai placé l'acide arſenical avant la chaux d'argent; car cet acide, ſous forme sèche, pouſſé au feu avec l'argent, en diſſout une partie, ce qui ne peut avoir lieu, qu'autant qu'il le déphlogiſtique. En effet, la portion qui opère la calcination ſe ſublime en arſenic blanc, tandis que le reſte s'empare immédiatement de la chaux.

Si l'on ſuppoſe que la matière de la chaleur eſt compoſée de phlogiſtique & d'air vital, celui-ci doit être placé entre la chaux de mercure, qui ſe réduit comme celles des métaux nobles, & celles des autres métaux imparfaits. Cependant l'on ne peut pas nier que celles-ci ſoient capables de décompoſer une partie de la chaleur, quoique la quantité n'aille jamais juſqu'à les revivifier complettement.

§. XLVIII.

TRENTE-SEPTIÈME COLONNE.

La matière de la chaleur.

A] Dès les tems les plus reculés, la nature du feu à exercé le génie des Philoſophes, & juſqu'à préſent l'on n'eſt pas encore parvenu à concilier les différentes opinions ſur ce ſujet. L'on a même mis en queſtion, *ſi les phénomènes que l'on attribue au feu, dépendent d'une matière particulière?* ou *s'ils ne ſont dûs qu'au ſeul mouvement des molécules qui compoſent les corps?* Mais comme tout mouvement excité ſur notre globe, éprouve de la réſiſtance, & que par cette raiſon, il va toujours en décroiſſant lorſqu'il eſt abandonné à lui-même, ainſi que l'expérience le fait voir tous les jours il eſt difficile de concevoir, comment le mouvement que l'on communique en tirant une étincelle, mouvement qui doit être continuellement retardé par les obſtacles, peut cependant s'accroître dans quelques cas, au point de pouvoir conſumer une maiſon & même une ville entière. Ici l'effet ſurpaſſe certainement de beaucoup la cauſe. Auſſi de nos jours, preſque tous les Phyſiciens conviennent de l'exiſtence d'une matière particu-

lière du feu, & ce n'eſt pas ſans raiſon; car c'en eſt une ſans doute, qui eſt peſante, qui exerce des affinités, & qui poſsède d'autres propriétés très-ſenſibles dans pluſieurs cas, & que l'on peut déterminer exactement. Je penſe donc qu'il eſt inutile de nous arrêter plus long-tems à démontrer cette opinion. Mais quelle eſt la nature de cette matière ? Voilà le nœud gordien, beaucoup plus difficile à réſoudre. Quant à moi, je ne doute pas qu'on ne doive l'appeller plutôt *matière de la chaleur*, que *matière du feu.* Celui-ci n'eſt en effet que l'action de la chaleur, augmentée juſqu'à un certain degré, & qui, par cette raiſon, paſſe bientôt dès qu'il a conſumé ce qui lui ſervoit d'aliment, tandis que la chaleur reſte, quoiqu'elle ſe diſtribue entre les différens corps, en ſe raréfiant. Il n'y a point de feu ſans chaleur; mais toute chaleur ne ſuffit pas pour l'exciter, il faut qu'elle ſoit accumulée, à un point déterminé dans chaque cas particulier. Ainſi, à moins que l'on aime mieux renverſer la manière ordinaire de parler, la dénomination que j'ai choiſie au commencement du Paragraphe, paroît mieux convenir à la nature de la choſe.

B] Les principales opinions qui ſont en vogue aujourd'hui ſur la matière de la chaleur, peuvent ſe rapporter à *trois ſyſtêmes.*

1°. Pluſieurs prennent pour le feu élémentaire la lumière elle-même, qui, dans ſon état libre, environne de toutes parts notre planète, qui devient ſenſible à la vue, quand elle a un mouvement ſuffiſant, qui occaſionne les différences de température, par l'inégalité de ſa denſité, enfin, qui eſt infiniment élaſtique, légère, ſubtile & pénétrante. Malgré ſa ténuité & ſa mobilité étonnantes, elle peut cependant ſe fixer dans les corps, & entrer comme principe dans leur compoſition; & dans cet état, elle prend le nom de phlogiſtique. Cette hypothèſe eſt recommandable par ſa grande ſimplicité; mais elle peut à peine ſe ſoutenir, s'il eſt démontré que le phlogiſtique, mis en liberté, n'eſt autre choſe que le gas inflammable (§. XLVII). D'ailleurs, la lumière paroît moins ſubtile que la chaleur.

2°. D'autres ſoutiennent que le feu élémentaire, qui occaſionne la chaleur lorſqu'il eſt libre, diffère non-ſeulement du phlogiſtique, mais qu'il lui eſt tellement oppoſé, que lorſqu'ils ſe rencontrent, l'un chaſſe toujours l'autre, du moins en partie. L'air en ſe déphlogiſtiquant, abandonne beaucoup de chaleur ſpécifique; celle-ci devenue libre, & accumulée autant qu'il eſt néceſſaire, échauffe, calcine, enflamme, &c., produit en un mot tous les effets du feu. Il eſt prouvé que la

matière de la chaleur qui eſt ſi ſubtile, ne ſe diſtribue pas également, & en raiſon des volumes, comme Boerhaave l'a prétendu; mais que chaque corps en prend plus ou moins, ſuivant une attraction particulière qui tient à ſa nature. Si la chaleur, qui eſt ſenſible au thermomètre, vient à augmenter ou à diminuer dans un lieu où ſe trouvent pluſieurs corps de différente nature, mais d'un égal poids chacun, l'augmentation ſe diſtribue entre eux, en raiſon de leurs forces attractives; ils perdent auſſi de leur chaleur dans la même proportion, lorſqu'ils ſont obligés d'en céder pour rétablir l'équilibre (détruit par la diminution de la chaleur). Un corps qui devient liquide, abſorbe plus de chaleur qu'il n'en contient pendant qu'il eſt ſolide, & il lui en faut encore une doſe beaucoup plus forte, pour prendre l'état de vapeurs. Les animaux s'échauffent en reſpirant, &c. pour ne rien dire des autres phénomènes, dont nous ferons mention par la ſuite.

C'eſt au célèbre Black, que l'on doit la partie de ce ſyſtême, qui concerne l'augmentation de la chaleur combinée, lorſqu'un corps ſolide devient liquide, & qu'un liquide prend la forme de vapeur. Cette doctrine a été cultivée enſuite avec tant de ſuccès, tant en Angleterre qu'en Suède, qu'elle paroît établie à préſent ſur des faits cer-

tains & indubitables (1). MM. Prieſtley & Crawford ont particulièrement éclairci la fonction de la reſpiration.

3. Enfin le troiſième ſyſtême eſt celui de mon ami, l'ingénieux Schéele, qui penſe que la matière de la chaleur n'eſt pas une ſubſtance ſimple, mais qu'elle eſt compoſée, & ſe produit tous les jours, par l'union intime du phlogiſtique & de l'air vital. Il croit que la lumière doit ſon origine à la matière de la chaleur combinée à un excès de phlogiſtique. On peut voir clairement dans ſon traité de l'air & du feu, comment il eſt parvenu à ces concluſions. Cette hypothèſe n'eſt pas exempte de difficultés, dont je fais mention à meſure que l'occaſion ſe préſente; cependant elle m'a paru juſqu'ici plus conforme aux expériences que toutes les autres, auſſi m'en ſuis-je ſervi le plus ſouvent dans mes explications. En l'admettant, il n'eſt pas toujours néceſſaire d'attribuer la diminution du volume de l'air, à la chaleur qui s'échappe à travers les vaiſſeaux. Rien n'empêche qu'elle puiſſe auſſi être abſorbée dans certains cas.

(1) Voyez ſur-tout l'ouvrage de M. Crawford ſur la chaleur animale; M. Magellan, du feu élémentaire; & M. Wilcke dans les Mémoires de Stock. 1773—1781.

C] Je reconnois que la nouvelle doctrine de la diſtribution de la chaleur eſt bien établie dans la plupart des faits ; mais comme elle a rapport aux attractions, je crois devoir expliquer un peu plus exactement de quelle manière je l'entends.

Appellons chaleur *ſenſible*, celle que nous pouvons meſurer pour le moyen du thermomètre, & *ſpécifique*, celle que chaque corps fixe de telle ſorte par ſon attraction particulière, que le thermomètre ne peut plus la découvrir & l'indiquer. Pour avoir un objet de comparaiſon, exprimons par l'unité la chaleur ſpécifique de l'eau, à laquelle nous rapporterons enſuite celle des autres corps, de même poids & d'une température ſenſiblement égale, & nous les exprimerons par des nombres (1), qui indiquent leurs proportions mutuelles, & non leurs quantités abſolues. Suppoſons actuellement deux corps de même poids, *A* & *B*, & dont les chaleurs ſpécifiques ſoient entre elles comme *a* eſt à *b* : ſuppoſons que la chaleur ſenſible augmente dans leur voiſinage

(1) Voyez M. Magellan, qui a donné à cette théorie une forme élégante & mathématique. Sa méthode, pour déterminer la chaleur ſpécifique, diffère de celle de M. Wilcke ; mais les réſultats ſont les mêmes, ce qui ne confirme pas peu la vérité de cette doctrine.

d'une quantité m, qui doit se diviser entre A & B, le premier recevra l'augmentation $\frac{a}{a+b}m$, & le dernier $\frac{b}{a+b}m$, de sorte que l'on aura $\frac{a}{a+b}m$, $\frac{b}{a+b}m :: b : a :: a+\frac{b}{a+b}m : b+\frac{b}{a+b}m$. La même proportion aura lieu, si l'on suppose m négatif, ou qu'il indique la diminution ; car, dans l'un & l'autre cas, la distribution se fait de manière, que les rapports des chaleurs spécifiques restent constans, ou toujours les mêmes.

Au reste, les chaleurs spécifiques ne suivent ni les rapports des gravités spécifiques, ni ceux des volumes, mais si je ne me trompe, la raison composée de l'attraction particulière & des surfaces. Je n'entends pas seulement la surface externe, mais je suppose qu'on y ajoute aussi l'interne. En effet, il est bien reconnu qu'il n'existe pas de corps parfaitement solide ; l'or, lui-même, la substance la plus pesante que l'on connoisse, est criblé de pores invisibles, qui sont à-peu-près la moitié de son volume, ainsi que Newton l'a conjecturé avec raison. On peut juger par-là des vuides que présentent les autres corps, puisqu'ils peuvent se déterminer, du moins relativement, par leurs pesanteurs spécifiques ; mais ici nous ne pouvons pas employer ce moyen. Supposons, pour plus de simplicité les pores sphériques, quoique

toute autre figure donne plus de ſurface ; & ſuppoſons tout le vuide d'un corps, réduit en une ſphère dont le diamètre ſoit 10, la ſurface interne de ce corps ſera comme le quarré du diamètre ; c'eſt-à-dire, comme $10 \times 10 = 100$. Diviſons à préſent tout ce vuide en 10 petites ſphères égales, dont le diamètre ſoit m (pour éviter les fractions), la ſurface interne ſera comme $100m$? & comme $1000m$? ſi on le diviſe en 100, & ainſi de ſuite, auſſi loin que l'on voudra pouſſer la diviſion. Ainſi, l'on voit que les ſurfaces internes augmentent ſuivant ce rapport, à meſure que la grandeur des pores diminue ; & ſi je ne me trompe, les chaleurs ſpécifiques ſuivent à-peu-près la même proportion. Mais comme les pores ſont toujours beaucoup plus de la moitié du volume, & que dans la plupart des corps inorganiques, ils ſont ſi petits qu'ils échappent à la vue, aidée même des plus forts microſcopes, l'on peut négliger la ſurface externe comme infiniment petite, comparée à l'interne : il en eſt peut-être de même à l'égard de l'attraction particulière. La ſtructure interne des corps, peut réellement être comparée à une éponge, quoique le plus ſouvent l'on ne puiſſe pas en appercevoir les ouvertures. A préſent, la chaleur pénètre les pores, & quand elle ſe fixe, elle entoure les plus petits atômes,

comme

comme une eſpèce d'atmoſphère, elle s'y attache & perd, par cette adhérence, le pouvoir d'échauffer. L'épaiſſeur de cette couche augmente ou diminue, ſuivant les circonſtances. Voici quelques exemples qui ſemblent confirmer ma conjecture; car la nature de la choſe, paroît nous interdire toute eſpérance d'une démonſtration rigoureuſe. Les molécules de l'eau, dans l'état de glace, ſe touchant par une plus grande quantité de points, tiennent enſemble à cauſe de leurs attractions mutuelles. Qu'une ſuffiſante quantité de chaleur vienne à pénétrer la glace, elles ſe ſéparent peu-à-peu, s'enveloppent chacune d'une petite atmoſphère, & reprennent leur mobilité. Une plus forte chaleur enfle la maſſe de l'eau, par la dilatation de l'atmoſphère de chaque molécule, & il s'enſuit néceſſairement une plus grande ténuité. Enfin au degré de l'ébullition, chaque petite parcelle eſt tellement dilatée par la chaleur, qu'elle occupe un eſpace quatorze cens fois plus grand; & en lui ſuppoſant une figure ſphérique, qu'on peut, en quelque ſorte, obſerver à l'œil, elle acquiert une ſurface environ ſix cens fois plus étendue. Par cette expanſion, le contact & l'attraction qui en dépend, croiſſent d'une manière étonnante, de ſorte qu'il réſulte un degré de froid remarquable dans le voiſinage, à cauſe de la quantité de chaleur qui eſt enlevée & fixée, pour produire

la ſaturation capable de donner lieu à l'état de vapeur.

Les faits ſuivans viennent encore à l'appui de cette opinion. Si l'on ſuſpend dans le récipient de la machine pneumatique, un thermomètre, dont le tube, ſcellé par le bout, ne ſoit pas rempli juſqu'à ſon extrémité, la liqueur du thermomètre baiſſera, dès que l'on raréfiera l'air par le mouvement du piſton, comme M. Cullen l'a obſervé le premier. La deſcente de la liqueur eſt due à la dilatation que le verre éprouve, à meſure que la preſſion extérieure ceſſe; car ſi on caſſe l'extrémité du tube avant de le ſuſpendre, la liqueur ne change pas de niveau dans l'air raréfié, par conſéquent le vuide par lui-même ne refroidit pas. Mais ſi l'on humecte la boule de ce thermomètre ouvert par le haut, le mercure deſcend pendant la raréfaction de l'air. On doit chercher la cauſe de cet effet dans le fluide ambiant, dont les particules, en ſe dilatant, préſentent un plus grand contour, plus propre pour abſorber la chaleur, principalement celle de l'eau qui humecte le globe. Celle-ci répare ſa perte, en enlevant la chaleur du verre, pour ſe réduire en vapeur. Enfin le verre reprend de la chaleur au mercure, qui, par cette raiſon, ſe contracte, juſqu'à ce que l'équilibre ſoit rétabli peu-à-peu par les corps en-

vironnans. Nous avons donc déjà trois articles de la colonne où la matière de la chaleur eſt en tête ; l'air occupe la première place, le verre la ſeconde, & la liqueur métallique la troiſième. L'on peut conclure que les vapeurs tranſmettent leur chaleur à l'air raréfié, de ce qu'elles ſe condenſent ſubitement en gouttelettes dans cet air. Il eſt clair auſſi que dans ce cas, la raréfaction de l'air favoriſe beaucoup l'évaporation. La chaleur qui s'échappe diſſout l'humidité, & la réduit en vapeurs ſouvent viſibles, & qui produiſent du froid, comme l'on ſait. Cependant l'air pourroit à peine dépouiller le verre de ſa chaleur, ſans le ſecours de l'eau qui ſe dilate en vapeurs ; car en ſe raréfiant, il n'agit que très-lentement ſur la boule du thermomètre, *lorſquelle* eſt sèche. Une humidité conſidérable agit plus efficacement qu'une moindre ; & même en général, plus la liqueur, que l'on emploie pour mouiller la boule du thermomètre, eſt volatile, plus auſſi le mercure deſcend ; c'eſt pourquoi il paroît que l'on doit placer dans la ſérie des attractions de la chaleur, l'éther après l'air, enſuite l'eſprit-de-vin très-raréfié, l'alkali volatil cauſtique, l'eau, & les huiles eſſentielles.

Au reſte, nous avons déjà indiqué que la chaleur étoit abſorbée pendant la diſſolution des ſels, qui acquierent alors une ſurface plus étendue, &

qu'ils en lâchent au contraire, lorſqu'on les fait cryſtalliſer ſubitement (1). C'eſt par la même raiſon, que le gas acide marin s'empare ſi avidement du phlogiſtique (§. XVI); pour ne rien dire des autres preuves de l'efficacité produite par l'augmentation des ſurfaces. L'attraction s'exerce à peine au-delà du contact, c'eſt pourquoi la ſurface y fait plus que la denſité; car ſi une ſurface denſe, mais de peu d'étendue, fixoit autant de matière qu'une ſurface rare & d'une grande étendue, il faudroit néceſſairement, dans le premier cas, que l'élaſticité de la matière, qui doit ſe fixer, fut reſſerrée plus ou moins, au-delà du terme, où elle fait équilibre avec les corps qui ſont dans le voiſinage; mais la force attractive pourroit à peine contrebalancer une telle compreſſion.

Chaque corps a donc une quantité déterminée de chaleur ſpécifique, quantité qui varie cependant d'après l'expérience, ſuivant les divers états où le corps ſe trouve. Lorſqu'il eſt ſolide, il en contient le moins poſſible; il en a davantage s'il eſt liquide: enfin il arrive au *maximum*, lorſqu'il paſſe à l'état de fluide élaſtique, parce qu'il eſt alors à ſon *minimum* de cohérence. L'on n'a pas

(1) *Opuſc. Vol. 1. Trad. Françoiſe, Tom. 1.*

encore apperçu de variations de chaleur ſpécifique, dans les différens degrés de ſolidité d'un même corps, quoiqu'il paroiſſe hors de doute, qu'elle doit augmenter, à meſure qu'il approche davantage de l'état liquide, & diminuer au contraire, à proportion qu'il s'en éloigne. Il n'eſt pas douteux que ces variations ne ſoient ſenſibles, dans l'état de fluidité.

Mais cette petite couche de chaleur ſpécifique, qui enveloppe pour-ainſi-dire les plus petites molécules, affecte-t-elle en quelque manière le poids de tout le corps? Cette matière, ſi ſubtile, eſt certainement peſante; & puiſqu'elle ſe fixe tellement au corps, par le moyen de l'attraction, qu'on ne peut plus l'appercevoir à l'aide du thermomètre, elle doit faire poids avec le tout. Il eſt vrai qu'elle donne aux ſolides une augmentation infiniment petite, de ſorte qu'il ſeroit très-difficile d'en obſerver le poids; mais elle ne doit pas échapper à l'exactitude de nos inſtrumens, lorſqu'elle eſt combinée avec les fluides, où elle eſt en plus grande quantité, & en plus grande proportion par rapport au poids total. Quelques expériences de M. Lavoiſier font eſpérer que l'on pourra parvenir à déterminer réellement la peſanteur de la chaleur ſpécifique (1). Ce célèbre Chymiſte,

(1) *Méomire de l'Académie de Paris* 1777.

dont on connoît l'exactitude ; ayant brûlé du ſoufre ou du phoſphore, dans l'air commun renfermé par le moyen du mercure, trouva, lorſque l'appareil fut refroidi, que les acides, mis à nud dans cette opération, peſoient deux ou trois fois plus que les ſubſtances qui avoient été brûlées. D'où peut venir cette augmentation ? Conſultons la table, qui eſt à la fin de cet article, & nous trouverons que les chaleurs ſpécifiques du ſoufre & de l'acide vitriolique, ſont entre elles comme 0, 183 eſt à 0, 758, ou à-peu-près comme 1 à 4. Mais ſi l'on fait attention, que la chaleur ſpécifique de l'acide vitriolique, croît avec l'eau qui lui eſt adhérente, & que nos concentrations les plus fortes lui laiſſent toujours une quantité d'eau aſſez conſidérable, on ſera forcé d'avouer, que le rapport de l'acide vitriolique, dépouillé de toute eau étrangère, pourroit ſe réduire à 3 dans la proportion indiquée ci-deſſus, & pourroit même deſcendre plus bas.

M. Lavoiſier aſſure, que l'augmentation du poids des acides qui reſtoient, correſpondoit exactement au poids de l'air vital qui a diſparu pendant l'opération, de ſorte qu'il en conclut avec raiſon, que cet air a été abſorbé par les acides. Puiſque la chaleur ſpécifique du phoſphore n'eſt pas encore déterminée, l'on ne peut pas

tirer une pareille concluſion à ſon égard. Cependant ces expériences faites dans une toute autre vue, ne paroiſſent pas peu favorables à l'opinion de M. Schéele : en effet, lorſque l'acide vitriolique eſt mis en liberté par la combuſtion du ſoufre, ſa chaleur ſpécifique doit augmenter par rapport à celle du ſoufre, à-peu près dans la raiſon de 3 à 1 ; augmentation que l'on trouve par l'expérience. Il manque en même-tems un poids égal d'air vital, & celui-ci eſt abſorbé à l'inſtant, avec la portion de phlogiſtique, qui produit ordinairement l'air acide vitriolique, lorſque l'on brûle le ſoufre dans d'autres circonſtances ; car dans celle-ci, l'acide trouvé par M. Lavoiſier, n'avoit point d'odeur. Les mêmes phénomènes ſe préſentent auſſi dans la combuſtion du phoſphore, que ce célèbre Chymiſte a également examinée. La matière de la chaleur ne coincide-t-elle donc pas ici, avec la combinaiſon de l'air vital & du phlogiſtique ? Il n'eſt pas encore démontré, il n'eſt pas même probable, que l'acide méphitique ſe trouve dans l'acide vitriolique, comme un de ſes principes conſtituans : & celui-ci, en ſe combinant avec les alkalis cauſtiques, ne lâche point non plus d'air vital, à moins qu'il n'arrive par hazard, une décompoſition de la chaleur, tandis qu'il donne, au contraire, une grande quantité de chaleur libre. Au reſte, je crois qu'il

faut répéter cette expérience, avec toute l'exactitude poſſible, après avoir deſſéché parfaitement, non-ſeulement le mercure, mais auſſi l'air vital que l'on employe, afin de s'aſſurer ſi l'acide vitriolique ne pourroit pas s'obtenir ſous forme sèche. Il eſt encore douteux ſi la liquidité qu'on lui a trouvée, ne dépendoit pas d'une humidité étrangère. Le réſidu, entièrement débarraſſé de toutes les ſubſtances hétérogènes qui pourroient augmenter ſa peſanteur, & peſé enſuite très-exactement, ſervira peut-être à déterminer le poids abſolu de la chaleur, ce qui donneroit l'explication de bien des difficultés. Enfin nous apprenons par-là, que l'on s'y eſt mal pris juſqu'à préſent, pour trouver le poids de la chaleur; car l'on s'eſt ſervi des ſubſtances qui y ſont les moins propres, des métaux qui ſont les plus peſans de tous les corps.

Les dix dernières années ſont remarquables, entre autres choſes, par la découverte du changement de pluſieurs ſubſtances en fluides élaſtiques; & ſi quelque phénomène mérite des recherches, c'eſt sûrement *l'origine de ces fluides aëriformes*: les expériences qui ont été faites à ce ſujet juſqu'à préſent, paroiſſent indiquer :

Premièrement. *Que les matières ſuſceptibles*

de cette métamorphoſe, ſont les plus ſimples, & principalement les ſels, ſoit acides, ſoit alkalins. Nous ſavons depuis long-tems, de quelle manière les acides vitriolique, nitreux, marin, fluorique & acéteux, & tous ceux qui ſont d'une origine végétale & animale, comme auſſi l'alkali végétal & le volatil, peuvent prendre la forme de gas. Toutes ces ſubſtances aëriformes conſervent leur nature acide ou alkaline, s'abſorbent très-facilement dans l'eau, & doivent, par conſéquent, être recueillies à l'appareil au mercure. L'origine de l'acide méphitique eſt encore obſcure: au reſte, le ſoufre peut également ſe réduire en gas hépatique (1), & la terre quartzeuſe elle-même, qui eſt fixe, peut auſſi prendre la forme aërienne (2). L'on donnera ſans doute par la ſuite, cette forme à pluſieurs autres ſubſtances: l'or lui-même peut ſe convertir en vapeur, par le moyen du feu; mais il n'eſt pas poſſible de déterminer *à priori*, s'il eſt ſuſceptible de ſe changer également en fluide aëriforme.

Secondement. *Qu'il faut chercher la cauſe*

(1) *Opuſc. Vol.* 2, *pag.* 340—345, *Traduct. Franç. Tom. II. pag.* 340—347.

(2) *Ibid. Vol. III, pag.* 397.

principale de ce changement, dans la matière de la chaleur, qui, diviſant les molécules des corps, les ſubtiliſe, & leur donne l'élaſticité. L'on ne trouve aucun fluide élaſtique qui ne contienne une plus grande quantité de chaleur ſpécifique, que la ſubſtance d'où il provient, & le phlogiſtique lui-même, devient fluide élaſtique par le moyen de la chaleur. Cette matière de la chaleur provient ou du feu lui-même; par exemple, lorſque l'on dégage l'acide aërien de la craie, & le gas inflammable du fer, en échauffant ſimplement ces deux ſubſtances; ou bien elle ſe tire d'une autre ſubſtance, comme dans le cas où l'acide vitriolique chaſſe ces deux fluides par une affinité plus forte; car cet acide formant une nouvelle combinaiſon, ne peut retenir autant de chaleur ſpécifique qu'auparavant; il abandonne par conſéquent le ſuperflu, qui eſt abſorbé enſuite, en tout ou en partie, par le gas qui ſe produit. Les expériences ſuivantes jetteront du jour ſur cette explication. Si l'on prend des quantités égales d'eau, que l'on mette dans la première de l'alkali végétal cauſtique, dans la ſeconde le même alkali aëré, & enfin le même poids d'alkali volatil aëré dans la troiſième, & que l'on verſe après cela de l'acide nitreux ſur ces trois mélanges, le premier s'échauffera beaucoup, le ſecond médiocrement, & le troiſième très-peu; il produira même

ſouvent du froid, en variant les doſes. La raiſon de ces phénomènes conſiſte, en ce que l'acide nitreux, en s'uniſſant à l'alkali cauſtique, perd le ſuperflu de ſa chaleur ſpécifique, ſans que celle-ci, devenue chaleur libre, ſouffre aucune diminution ; mais dans le ſecond cas, l'acide aërien qui ſe dégage, en abſorbe une grande partie, & dans le troiſième, il en abſorbe davantage, parce qu'il eſt plus abondant ; quelquefois même la chaleur ſpécifique, abandonnée par l'acide nitreux, ne ſuffit pas, de ſorte qu'il enlève à l'eau de diſſolution, la portion qui lui manque, & produit ainſi un froid ſenſible. A ſon tour l'acide aërien, ſe combinant à l'alkali cauſtique, laiſſe échapper la quantité de chaleur ſpécifique, qui lui étoit néceſſaire pour reſter dans l'état élaſtique ; il donne, par conſéquent, autant de chaleur libre. Les autres fluides aëriformes préſentent les mêmes effets : pendant qu'ils ſe produiſent, ils refroidiſſent les corps qui les avoiſinent, & les échauffent au contraire, en ſe fixant.

Troiſièmement. *Que le phlogiſtique paroît également néceſſaire pour cet effet.* Auſſi, les acides qui ne contiennent point de principe inflammable dans leur état de pureté, comme l'acide vitriolique & l'acide nitreux, ſe réduiſent bien en vapeurs

élaſtiques par la chaleur ; mais ils retombent en gouttelettes, par le refroidiſſement ſeul, au lieu qu'ils donnent des fluides aëriformes permanens, dès qu'on leur ajoute du phlogiſtique, que l'on peut par cette raiſon, conſidérer comme le lien qui fixe la quantité de chaleur néceſſaire à ces acides. Il en eſt de même du gas hépatique, que l'on ne peut retirer du ſoufre ſans l'addition du phlogiſtique. Mais les acides qui contiennent toujours le phlogiſtique, comme l'acide marin, l'acide fluorique & ceux du règne végétal & animal, n'ont beſoin que de la chaleur pour prendre la forme élaſtique.

Quatrièmement. *Que la différente quantité de phlogiſtique apporte de grands changemens.* Le gas nitreux varie un peu, ſuivant qu'il provient de différens métaux, & ſi on le renferme dans un vaſe avec de la limaille de fer, il ſe corrige peu-à-peu, juſqu'au point de ne plus éteindre, & même d'aggrandir la flamme. Quelques Chymiſtes l'appellent alors *déphlogiſtiqué*, je ne vois pas trop pour quelle raiſon, puiſque la limaille de fer ſe calcine en même-tems, ce qui montre évidemment une déperdition de ſon phlogiſtique. D'ailleurs, ce phénomène paroît s'accorder avec l'hypothèſe, qui fait venir l'air vital, de l'acide nitreux ſuffiſamment pourvu de phlogiſtique. L'exploſion des étincelles électriques dans le gas alka-

lin, produit du gas inflammable, ſoit qu'elles en changent une partie, ſoit qu'elles dégagent, comme il paroît, le phlogiſtique qui étoit fixé, & qu'elles donnent la chaleur ſpécifique néceſſaire ; car le volume augmente beaucoup. Nous avons auſſi des exemples de variations produites par la diminution du phlogiſtique : tel eſt le gas que nous appellons *acide marin déphlogiſtiqué ;* tel eſt encore l'air qui ſe dégage, en faiſant digérer le nitre ammoniacal avec la manganèſe noire, & qui reſſemble à l'air vicié. L'on ſait bien que la manganèſe noire a le pouvoir de déphlogiſtiquer les autres ſubſtances. Le gas que l'on obtient pendant l'exploſion de l'or fulminant, eſt auſſi de même nature, & dans ce cas-ci, la déphlogiſtication a certainement lieu (1).

Au reſte, quoique la quantité de phlogiſtique diminue dans les différens corps, à meſure que la chaleur ſpécifique augmente, ce n'eſt pas une raiſon d'en conclure que ces deux ſubſtances ſe repouſſent mutuellement : les augmentations & les diminutions comparées entr'elles, ne confirment pas cette concluſion ; & pour me borner à un ſeul exemple, l'eſprit-de-vin, qui eſt cer-

(1) *Opuſc. Vol.* 2, *pag.* 161, 162, *Traduct. Franç. Tom II. pag.* 164 *& ſuiv.*

par l'évaporation. Je crois que cette opération n'a pas encore été faite avec aſſez de ſoin & d'exactitude ; mais peut-être pourroit-elle déterminer en quelque ſorte, le poids abſolu de la matière de la chaleur, qui correſpond à 72°. du thermomètre de Suède (60°. de Réaumur).

CORPS SOLIDES.

	Gravités spécif.	*Chaleurs spécif.*
Alkali volatil aëré, . . .		1,851
Verre de Suède, ...	2,386	0,187
—Anglois (*flint-glaſs*), . .		0,174
Agathe, ...	2,648	0,195
Glace, ...		0,900
Soufre, ...		0,183
Or, ...	19,040	0,050
Argent, ...	10,001	0,082
Mercure, ...	13,300	0,033
Plomb, ...	11,456	0,042
Cuivre, ...	8,784	0,114
Fer, ...	7,876	0,126
Etain, ...	7,380	0,060
Biſmuth, ...	9,861	0,043
Antimoine, ...	6,107	0,063
Laiton, ...	8,356	0,116
Plomb calciné, ...		0,068
Fer calciné, ...		0,320
Etain calciné, ...		0,096
Alliage de plomb & d'étain calciné, ...		0,102
Antimoine diaphorique lavé,		0,220

LIQUIDES.

	Gravités spécif.	*Chaleurs spécif.*
Eau pure, ...	1,000	1,000
Acide vitriolique blanc, . . .	1,885	0,758
——— brun, ...	1,872	0,429
Acide nitreux pâle, ...		0,844
——— rutilant, fumant,	1,355	0,576
Acide marin fumant, ...	1,122	0,680
Vinaigre de vin rouge, . . .		0,387
Vinaigre distillé concentré, . .		0,103
Huile de tartre par défaillance,	1,346	0,759
Alkali valatil caustique, . . .	0,997	0,708
Une partie de Vitriol de soude, 2,9 dans Partie d'eau.		0,728
Une partie de Nitre de potasse, 8 dans Partie d'eau.		0,646
Une partie de Sel marin, ... 8 dans Partie d'eau.		0,832
Une partie de Sel ammoniac, 1,5 dans Partie d'eau.		0,798
Une partie de Crême de tartre, 237,3 dans Partie d'eau.		0,765
Une partie de Vitriol de magnésie, 2 dans Partie d'eau.		0,844
Une partie de Alun, ... 4,45 dans Partie d'eau.		0,649
Une partie de Vitriol de fer, . . . 2,5 dans Partie d'eau.		0,734
Sucre brun dissout, ...		1,086
Huile d'olive, ...		0,710
— de lin, ...		0,528
— de baleine (blanc de baleine),		0,399
— de térébenthine, ...		0,472
Esprit-de-vin rectifié, ...	0,783	1,086
Foie de soufre volatil, ...	0,818	0,994

FLUIDES ELASTIQUES.

	Gravités spécif.	*Chaleurs spécif.*
Air vital, ...	0,00132	87,000
— atmoſphérique, . . .	0,00125	18,000
Acide aërien, ...	0,00181	0,270

M. Kirwan m'a raconté dans une de ſes lettres, que le Docteur Crawford avoit trouvé la même quantité de chaleur ſpécifique, dans des volumes égaux de gas inflammable & d'air atmoſphérique. Cela poſé, ſi dans la Table de M. Kirwan, publiée par M. Magellan, l'on eſtime les eſpèces d'air par le poids, la chaleur ſpécifique du gas inflammable ſera 281; c'eſt-à-dire, plus que triple de celle de l'air vital.

D] Après avoir expliqué en quelque ſorte la théorie de la diſtribution, il nous reſte à conſidérer l'origine, la propagation & les ſuites du *feu* dans les corps *inorganiques*.

Le feu eſt une accumulation de chaleur ſi conſidérable, que les corps qui y ſont expoſés s'embraſent ou s'enflamment. Les principaux moyens pour l'exciter ſont :

1°. Le choc du ſilex ou de la pyrite, contre

l'acier, par lequel les globules qui ſont détachés, s'embraſent, ſe fondent ou ſe calcinent.

2°. La percuſſion du fer, que l'on échauffe juſqu'à rougir en le frappant long-tems à coup de marteau.

3°. Le mélange de ſoufre & de limaille de fer, qui, humecté convenablement, s'échauffe & produit de la flamme.

4°. L'acide nitreux fumant, verſé peu-à-peu, & d'une manière convenable ſur les huiles, les enflamme.

5°. Le pyrophore s'embraſe dans l'air atmoſphérique, & s'enflamme dans l'air vital (1).

Dans tous ces cas, il ne ſe produit point de feu ſans air vital, qui eſt auſſi plus ou moins diminué ſuivant les circonſtances; le phlogiſtique s'y trouve également. Les modernes

(1) Dernièrement M. Kirwan m'a parlé, dans une lettre, d'une certaine terre qui ſe trouve dans le Derbyshire, & qui prend feu ſpontanément peu de tems après avoir été imbibée d'huile de lin; mais je ne l'ai pas encore vue.

Phyſiciens d'Angleterre prétendent, que le phlogiſtique devenu libre, s'unit à l'air vital, & forme l'acide méphitique, ou l'air vicié s'il eſt en plus grande quantité. Par ce changement, une grande quantité de chaleur ſpécifique devient néceſſairement libre, s'accumule & produit l'ignition, ou la flamme lorſqu'il s'y trouve du gas inflammable. Schéele prétend au contraire, que par le moyen du phlogiſtique, tout l'air vital ſe change en matière de chaleur. L'une & l'autre opinion eſt ſoutenue par de forts argumens. Il eſt donc très-important de démontrer la nature de la combinaiſon de l'air vital avec le phlogiſtique. M. Kirwan croît qu'il en réſulte l'acide aërien; il ſoutient ſon opinion avec toute la ſagacité qu'on lui connoît, & la rend très-probable; il reſte cependant quelques doutes; s'il parvient à les diſſiper, le ſyſtême de Schéele ne pourra preſque plus ſe ſoutenir. Dans les deux premiers cas, il eſt probable que le choc & la percuſſion, en comprimant les pores, expriment d'abord & accumulent une partie de la chaleur ſpécifique; alors la température qui ſuffit pour calciner commence, & l'air ambiant l'augmente enſuite.

Le feu ou la flamme des corps inorganiques ſe communique, par le contact ou la proximité, aux autres corps capables de les recevoir; tous

les corps inorganiques peuvent s'embraſer ; mais il en eſt peu qui donnent de la flamme comme le ſoufre, le phoſphore, le gas inflammable, l'arſénic, le zinc, & quelques autres.

Les ſuites de l'embraſement ou de la déflagration, varient à raiſon de la diverſité des corps & des degrés de feu. La chaleur accumulée dilate, deſſeche, liquéfie, rougit, chaſſe les ſubſtances volatiles, durcit, enflamme, volatiliſe, calcine, vitrifie & réduit. Les réſidus de la combuſtion abſorbent la quantité de chaleur qui leur convient ; c'eſt ce que le pyrophore fait voir clairement, car, en brûlant dans l'air atmoſphérique, il en enlève à-peu-près les $\frac{3}{4}$, tandis que les autres ſubſtances le diminuent à peine d'un cinquième : il s'enflamme dans l'air vital, dont il détruit à-peu-près les $\frac{143}{144}$ (1). On doit chercher la cauſe de cet effet dans le foie de ſoufre qui ſe trouve dans le pyrophore, & qui ſe décompoſe quant à ſa partie ſulfureuſe, de ſorte que l'acide vitriolique eſt mis à nud, & s'empare de la chaleur ſpécifique qui lui eſt néceſſaire (*Voy.* l'article C). Quelques-uns des réſidus ſont de nature acide & déliqueſcente, d'autres ſe trouvent réduits en

(1) *M. Lavoiſier, l. c.*

cendres, en chaux, en composés salins ou résiniformes.

E] Parmi les *corps organiques*, quoique les végétaux fassent la plus grande masse du combustible qui se rencontre sur le Globe, & qu'ils propagent très-facilement le feu une fois excité, ils le produisent cependant assez lentement. Il faut employer du bois dense, sec, & pénétré de beaucoup de principe inflammable, si l'on veut exciter le feu par le *frottement*; &, malgré cela, l'opération demande beaucoup de patience. L'on raconte que des foins, entassés avant d'être suffisamment secs, ont souvent occasionné des incendies; mais personne, que je sache, n'a été, jusqu'à présent, à portée d'examiner ces phénomènes avec l'attention qu'ils méritent.

Le bois sec, exposé au feu, s'échauffe & se dilate; le phlegme, acide pour l'ordinaire, se réduit en vapeurs; le phlogistique se dispose à s'échapper, ensuite il est enlevé en partie par l'air vital qui l'environne; le reste, pourvu de la chaleur spécifique nécessaire, s'en va sous forme de gas inflammable, qui s'allume à l'instant & donne naissance à la flamme; dès ce moment, toute l'aggrégation du bois se détruit successivement, &, pendant ce tems, il s'échappe plus ou

moins de fumée qui dépoſe de la ſuie. Le feu une fois allumé, ne peut ſubſiſter ſans air vital, c'eſt pourquoi par-tout où le feu paroît, l'air s'y porte en même-tems, & forme un courant ſans interruption; celui-ci chargé de phlogiſtique, & rarefié par la chaleur, gagne bientôt le haut, entraînant avec ſoi des particules charbonneuſes qui ne ſont pas encore aſſez brûlées, & qui ſont mêlées ſouvent d'alkali, ſoit fixe, ſoit volatil, de terre, & même de ſel ammoniac. Je dis que la ſuie eſt formée par les molécules qui ne ſont pas ſuffiſamment brûlées, car l'eſpèce de cheminée ou fourneau qui ſe nomme ἄκαπνος, détruit toute la fumée qui vient du foyer.

Dès que l'air inflammable vient à manquer, & que la flamme diſparoît avec lui, l'incendie diminue, & il ne reſte plus que des charbons & des cendres. Dans les vaiſſeaux fermés, le poids du charbon fait le $\frac{1}{4}$, & rarement le $\frac{1}{3}$ de celui du bois qu'on a brûlé; mais à l'air libre, une grande partie du charbon ſe convertit en cendres. Ce dernier effet réſulte d'une double affinité; pendant que l'air vital attire le phlogiſtique, l'alkali & la terre alkaline tendent, de leur côté, à s'emparer de l'acide aërien. Le charbon réſiſte au feu le plus violent dans les vaiſſeaux fermés, ſi on l'y expoſe ſeul. Cette ſubſtance n'eſt autre

choſe qu'une combinaiſon de phlogiſtique & d'acide méphitique, une eſpèce de ſoufre, intimement unie à l'alkali & à la terre alkaline dans un état de cauſticité; de ſorte qu'elle ſe rapproche en quelque ſorte, de la nature du foie de ſoufre. Cent parties de charbon calciné à l'air libre, donnent environ ſix parties de cendres, dont le $\frac{1}{100}$ eſt de l'alkali, le reſte eſt de la terre, pour la plus grande partie alkaline. J'ai examiné en particulier le charbon du Pin (*Pinus Sylveſtris*, Lin.) bien préparé. Une partie de ce charbon alkaliſe par la détonnation, trois parties de nitre; de ſorte que la quantité de phlogiſtique qu'il contient, eſt à celui de fer forgé dans le rapport de 3 à $\frac{1}{2}$. Sur cent parties de ce même charbon, j'ai verſé de l'acide vitriolique concentré, & j'en ai retiré, en diſtillant à ſiccité dans l'appareil pneumatique, environ 82 pouces cubiques d'acide aërien, chaque pouce peſant une livre docimaſtique. Si on ajoute à ces 82 livres, 3, qui correſpondent à très-peu de choſe près, à 6 de cendres aërées, il reſtera 15 pour le poids du phlogiſtique. Il ne paroît aucun veſtige d'air vital dans cette diſtillation. La proportion des principes varie ſuivant l'eſpèce & la nature du bois, ſon âge, la manière dont il a été deſſeché & réduit en charbon. On voit cependant, par ce que nous venons de dire, qu'une partie de phlogiſtique peut fixer environ 5 $\frac{1}{2}$ p. d'acide aë-

rien. La chaleur ſpécifique du bois ſurpaſſe un peu celle d'un poids égal de charbon.

Au reſte, le charbon a la propriété particulière d'attirer les fluides élaſtiques. Un charbon embraſé abſorbe, en ſe refroidiſſant, environ ſix fois ſon volume d'un gas quelconque. Si l'on plonge dans du mercure, ou dans le vuide, un charbon bien allumé, il conſerve après le refroidiſſement, ſon pouvoir d'abſorber, & l'exerce à l'inſtant dès qu'on le plonge dans l'air, comme l'a obſervé le célèbre Fontana. Tous ces fluides élaſtiques ainſi abſorbés par le charbon, ſont enſuite chaſſés par l'eau ou par un autre liquide quelconque.

Les ſubſtances animales ſe conſument de même, & ſe convertiſſent en charbon, qui paroît cependant plus chargé de phlogiſtique, & le retenir plus fortement. Je n'en ai pas encore tenté l'analyſe. La ſuie, produite par ces ſubſtances, tient ordinairement plus d'alkali volatil & de ſel ammoniac, que celle qu'on retire des ſubſtances végétales; d'ailleurs la fumée des premières eſt incommode par une odeur très-déſagréable.

F] La chaleur ſenſible des animaux à ſang chaud, ſe trouve plus grande que celle de l'atmoſphère, & ils la conſervent, quoique le milieu

qui les entoure, ſemble devoir abſorber cette différence par ſon plus grand froid, comme il arrive aux autres corps. Ce phénomène indique une cauſe continuellement en action. Pluſieurs modernes ſe ſont occupés de ſa recherche, mais perſonne ne l'a fait plus heureuſement que le Docteur Crawford. Pluſieurs raiſons nous portent à croire que la chaleur animale ſe produit dans les poumons. Plus ceux-ci ſont volumineux, plus les animaux ſont chauds; c'eſt pourquoi les oiſeaux le ſont plus que les quadrupèdes. La reſpiration s'accélère par un mouvement plus violent, & la chaleur augmente en même-tems, & il paroît, que dans un corps plein de liquides, on ne peut l'attribuer au frottement, mais plutôt à la quantité d'air reſpiré. Les animaux privés de poumons, ſuivent la température du milieu où ils vivent, nous paroiſſent froids au toucher, & ſont une preuve de l'efficacité de l'air, pour ne rien dire de beaucoup d'autres faits qui la prouvent également; mais il eſt important pour nous, de ſavoir comment l'air produit cet effet. M. Prieſtley prétend que l'air commun ſe charge dans le poumon, du phlogiſtique ſurabondant au corps. Le Docteur Crawford a embraſſé enſuite cette opinion, & a très-bien expliqué comment cette opération s'exécute. N'ayant pas encore pu lire ſon Ouvrage, j'emprunterai de celui de M. Magellan, l'idée que je vais

donner de ſon ſyſtême. La chaleur ſpécifique de l'air commun eſt à celle de l'acide aërien, comme 69 à 1 ; de ſorte que ſi une chaleur étrangère augmentoit d'un degré la température ſenſible de ces deux fluides, il faudroit que le premier en abſorbât 69 fois plus que le ſecond. A préſent, les obſervations faites à S.-Petersbourg, ont appris que le mercure pouvoit deſcendre au moins juſqu'à 111 degrés, plus bas que la température moyenne. Tellement que ſi l'air commun devoit ſe changer en acide aërien, il faudroit qu'il lâchât $69 \times 111 = 7659$ degrés de chaleur libre ; c'eſt-à-dire treize fois plus qu'il n'en faut pour faire rougir le fer. Mais comme l'air atmoſphérique, en ſe phlogiſtiquant dans les poumons, ſe change en acide aërien, l'on peut juger par-là de la quantité de chaleur libre qui ſe dégage pendant la reſpiration, & qui peut ſervir à échauffer le corps. D'ailleurs, la chaleur ſpécifique du ſang artériel étant à celle du ſang veineux, comme 108 à 89. c'eſt une preuve manifeſte, ſuivant l'Auteur, que le phlogiſtique s'accumule peu-à-peu dans les veines, pour ſe décharger enfin dans les poumons, afin que le ſang puiſſe recevoir la quantité néceſſaire de chaleur ſpécifique.

Tous ces faits & ces raiſonnemens s'accordent aſſez bien, & ſont très-ingénieux ; mais afin que

l'on puiſſe mieux éclaircir, par de nouvelles expériences, tous les principes de cette théorie, qui ne ſont certainement pas improbables, qu'il me ſoit permis d'ajouter quelques obſervations.

1°. Il reſte à s'aſſurer *ſi ce ſont les végétaux ou les animaux qui contiennent le plus de phlogiſtique.* Je ne connois point d'expériences qui décident cette queſtion; elle paroît même très-difficile à réſoudre; car il ne s'agit pas ſeulement de telle ou telle partie, mais de tout le corps d'un animal, comparé avec un végétal de même poids. Si nous conſidérons nos alimens, qui ſe tirent tous des corps organiques, nous trouverons qu'avant de paroître ſur nos tables, ils étoient privés de la vie depuis-quelque tems, ſouvent même depuis très-long-tems, & ils ont perdu ſans doute, plus ou moins de phlogiſtique pendant cet intervalle. Il s'en perd auſſi beaucoup par la cuiſſon, le rôtiſſage, & les autres opérations qu'ils ſubiſſent dans nos cuiſines, & il n'eſt pas ſûr que cette perte ſoit réparée en entier par les bouillons & les ſauces. Enfin, les vents qui s'échappent par le bas, ſont inflammables, & les excrémens ſolides contiennent, comme l'on ſait, beaucoup de phlogiſtique. Cependant il paroît qu'il faut tous les jours, & dans toute l'économie animale, une grande quantité de ce principe, & j'avoue que j'ignore ſi celui que

nous prenons avec les alimens, peut y ſuffire, à plus forte raiſon, je n'ai pas pu m'aſſurer qu'il y en ait un excès qui doive être enlevé.

2°. Les expériences démontrent à la vérité, plus de chaleur ſpécifique dans le ſang artériel, que dans le ſang veineux : accordons encore, que l'entrée du phlogiſtique diminue ſouvent la chaleur ſpécifique, il ne s'enſuit pas néanmoins que le phlogiſtique agiſſe dans le cas dont il eſt queſtion : nous avons d'autres moyens qui produiſent la même diminution. C'eſt ainſi, par exemple, que l'acide vitriolique produit une grande chaleur, lorſqu'on le verſe dans l'eau. En effet, l'eau ne peut conſerver toute ſa chaleur ſpécifique en s'unifſant à l'acide, le ſuperflu devient donc libre, & cela, ſans le ſecours du phlogiſtique. Pendant que le ſang circule par tout le corps, une infinité de changemens qu'il éprouve, peuvent diminuer ſa chaleur ſpécifique, ce qui paroît même néceſſaire, afin que les parties les plus éloignées du cœur, reçoivent continuellement un peu de chaleur.

3°. Je ne crois pas que l'on puiſſe démontrer directement par quelque expérience, que le ſang donne du phlogiſtique à l'air ; il eſt vrai que celui-ci devient corrompu, après avoir été en

contact avec le ſang ; mais on ſuppoſe que cet effet ne peut être produit que par le phlogiſtique ; tandis qu'au contraire le gas nitreux ſe déphlogiſtique par le contact du ſang, & l'air atmoſphérique devient meilleur (1).

4°. Il eſt inconteſtable que l'air expiré contient une petite portion d'acide méphitique, mais je penſe qu'il faut en déterminer la quantité plus exactement. Si toute la partie d'air vital ſe change en acide aërien, 1000 pouces cubiques d'air atmoſphérique, dont un $\frac{1}{5}$ eſt d'air vital, doivent, ſuivant l'analyſe de M. Kirwan, ſe réduire environ à 916 pouces; c'eſt-à-dire que le $\frac{1}{14}$ du volume doit diſparoître. Et 1000 pouces cubiques d'air vital doivent ſe réduire de même, par la reſpiration, à 863 ; c'eſt-à-dire qu'ils doivent diminuer à peu-près d'un huitième, en ſuppoſant que ces deux airs puiſſent être inſpirés par le poumon, juſqu'à ce qu'ils ſoient totalement viciés. Il paroît qu'on doit attendre une moindre diminution, ſi l'acide aërien ſe change en dernier lieu, en air vicié (moſette).

Au reſte, toute cette doctrine, ſur l'origine

(1) *Prieſtley.*

de la chaleur animale, peut se réduire à la question fondamentale, du changement de l'air vital en acide aërien, & de celui-ci en air corrompu; question qui paroît s'éclaircir tous les jours de plus en plus : car M. Kirwan m'a communiqué dernièrement une expérience nouvelle de M. Prieſtley, qui eſt très-importante. La chaux de mercure, que l'on nomme précipité, *per ſe*, donne ordinairement de l'air vital, ſi on la réduit par la chaleur ſeule à l'appareil pneumatique; en y ajoutant de la limaille de fer, M. Prieſtley n'en a retiré qu'un $\frac{1}{7}$ d'air vital & $\frac{5}{7}$ d'acide aërien. Si la limaille n'a pas été calcinée du tout, ce fait paroît décider la queſtion. Réjouiſſons-nous cependant, de ce qu'elle a été amenée au point, de ne pouvoir nous laiſſer longtems dans l'incertitude.

§. XLIX.

§. XLIX.

Trente-huitième Colonne.

Le Soufre.

Le ſoufre tient plus fortement à l'alkali fixe qu'aux terres ; c'eſt pourquoi le foie de ſoufre calcaire, diſſous dans l'eau, ſe décompoſe par l'addition de l'alkali, & il en réſulte un foie de ſoufre ſalin. Juſqu'à préſent, l'on n'a trouvé à cet égard, aucune différence entre l'alkali végétal & l'alkali minéral. La force de la terre peſante n'eſt pas encore déterminée ; mais elle le cède probablement à l'alkali fixe ; car l'alkali volatil, tant cauſtique qu'aëré, précipite la partie terreuſe du foie de ſoufre calcaire, diſſous dans une petite quantité d'eau. La magnéſie blanche, digérée dans une bouteille au bain-marie pendant quelques heures avec de l'eau diſtillée & des fleurs de ſoufre, préſente, après le refroidiſſement, une foible diſſolution qui a l'odeur du foie de ſoufre, & qui trouble & noircit avec les diſſolutions de nitre d'argent & de vinaigre de ſaturne.

L'hépar volatil, obtenu en diſtillant du ſoufre avec du ſel ammoniac & de la chaux vive, ſe

décompoſe très-facilement à l'air libre, parce que l'alkali volatil pur attire l'acide aërien plus fortement que le ſoufre. On voit auſſi, parce que nous venons de dire, que cet alkali l'emporte ſur les terres. Cependant le mercure & l'arſenic lui enlèvent le ſoufre, comme l'on ſait ; puiſque ces métaux même calcinés, mis dans le foie de ſoufre volatil, ſe minéraliſent par la voie humide. Le premier donne du cinnabre, & le ſecond de l'arſenic rouge. Il eſt probable qu'il en eſt de même des autres métaux calcinés. Il s'enſuit que les chaux métalliques peuvent ſe combiner au ſoufre ; c'eſt ce que l'ocre du fer démontre encore clairement, & d'une manière directe, puiſqu'en la mêlant avec du ſoufre, elle donne du vitriol en efflorescence ; on accélère l'opération en humectant le mélange. Nous avons démontré ailleurs, que la chaux d'antimoine s'empare du ſoufre (1). Il paroît même que les chaux de plomb, d'étain & d'argent, enlèvent le ſoufre à l'alkali végétal, lorſqu'on les met dans le foie du ſoufre ſalin.

Il paroît à préſent, que l'on ne doit plus douter de la place que les huiles doivent

(1) *De antimonialibus ſulphuratis, pag.* 177.

occuper dans les colonnes 26 & 27 ; car j'ai obſervé qu'une goutte d'huile, verſée dans une diſſolution de foie de ſoufre ſalin, ou terreux, ſe coagule tout de ſuite en blanc comme du ſavon. Cette maſſe ſe diſſout auſſi dans l'eſprit-de-vin, & l'huile s'en ſépare lorſque l'on y verſe de l'eau. Mais on ne connoît pas encore dans quel ordre le ſoufre s'unit aux huiles.

Par la voie sèche, l'alkali occupe le premier rang ; viennent enſuite les métaux, dont l'ordre a été déterminé par leurs précipitations mutuelles. Mais comme l'on obtient rarement des régules bien diſtincts par cette méthode, il faut répéter pluſieurs fois l'opération, pour s'aſſurer de la vérité ; & ſur-tout le rang du nickel & celui du cobalt, ſont encore incertains. L'or, la platine, le zinc, & peut-être le magnéſi, refuſent de s'unir au ſoufre, à moins d'être combinés à un intermède convenable.

§. L.

Trente-neuvième Colonne.

Le foie de ſoufre ſalin.

Nous ne conſidérons ici le foie de ſoufre ſalin, qu'autant qu'il reſte dans ſon entier, & ſans ſe décompoſer. Il diſſout & retient preſque tous les métaux, excepté le zinc; mais perſonne n'a recherché avec quelle force il les attire, ni s'ils peuvent ſe précipiter mutuellement par la voie humide. Ordinairement, ils ne peuvent ſe combiner en premier lieu que par la fuſion; mais enſuite le compoſé eſt ſoluble dans l'eau. Cependant le mercure, l'arſenic & l'antimoine ſont diſſous par la voie humide, avec le ſecours de la chaleur, ce qu'on n'a pas encore reconnu à l'égard d'aucun autre métal.

Le foie de ſoufre diſſout les charbons végétaux, par la voie humide, & par la voie ſèche; la diſſolution eſt de couleur verte.

Les métaux ſe précipitent ici par la voie ſèche, plus diſtinctement, que quand ils ſont

unis au ſoufre ; cependant il n'eſt poſſible de parvenir à des réſultats tout-à-fait certains, qu'en répétant pluſieurs fois les expériences : & quoique j'en aie fait beaucoup à ce ſujet, je ne ſuis pas encore parvenu à la certitude que je deſirois ; en attendant je rangerai les métaux, ſuivant l'ordre que mes expériences m'ont indiqué ; de nouvelles obſervations le confirmeront ou le corrigeront par la ſuite. Il paroît que le magnéſi (régule de manganèſe) va de pair avec le fer, du moins juſqu'à préſent je n'ai pu les ſéparer par le moyen du foie de ſoufre. Enſuite viennent le fer, le cuivre, l'étain, le plomb, l'argent, l'or, l'antimoine, le cobalt, le nickel, le biſmuth, le mercure & l'arſenic. Les deux derniers rangs, ſur-tout, ſont encore douteux ; & ceux que doivent occuper l'or & l'antimoine ne ſont pas très-ſûrs.

§. LI

Quarantième Colonne.

L'eſprit-de-vin.

J'entends ici l'eſprit-de-vin, privé, autant qu'il eſt poſſible, de toute l'eau ſurabondante qui n'entre pas dans ſa compoſition; il eſt très-avide d'eau, de ſorte qu'elle ſépare même l'éther qu'il tenoit en diſſolution, du moins pour la plus grande partie. Les huiles eſſentielles paroiſſent y adhérer plus foiblement qu'à l'éther: il diſſout les alkalis & le foie de ſoufre; mais leur ordre reſpectif eſt encore indéterminé. M. le Comte de Lauraguais nous a appris de quelle manière l'eſprit-de-vin diſſout le ſoufre en vapeurs.

§. LII.

QUARANTE-UNIÈME COLONNE.

L'éther.

Cette ſubſtance, qui tient en quelque ſorte le milieu entre l'eſprit-de-vin & les huiles eſſentielles, attire avec avidité ces deux ſubſtances, & les huiles graſſes. Je ne peux cependant rien affirmer de poſitif ſur la prééminence, entre les deux premières. Lorſqu'il eſt très-pur, il diſſout la réſine élaſtique; l'eau la précipite enſuite, de même qu'elle précipite le ſoufre diſſous par ce menſtrue.

§. LIII.

QUARANTE-DEUXIÈME COLONNE.

L'huile eſſentielle.

Ces huiles s'emparent de l'éther, de l'eſprit-de-vin & du ſoufre; mais on n'a pas encore aſſez examiné dans quel ordre, il n'eſt pas même facile à déterminer; car ces ſubſtances forment des combinaiſons triples, au lieu de ſe précipiter mutuellement.

§. LIV.

QUARANTE-TROISIÈME COLONNE.

L'huile graſſe.

On trouve cinq ſubſtances dans cette colonne ; mais excepté la dernière, leur ordre n'eſt qu'imparfaitement déterminé.

Quelques acides diſſolvent les huiles végétales empyreumatiques. Celui que l'on nomme eſprit de tartre, abſorbe une aſſez grande quantité d'huile de tartre, c'eſt pourquoi on doit les ſéparer auſſi-tôt que la diſtillation eſt finie, autrement l'huile ſeroit ſenſiblement diminuée par l'acide. Le vinaigre a la même propriété.

§. L V.

Quarante-quatrième Colonne.

L'Or.

Nous avons déjà fait remarquer plusieurs fois, ce qui fait la différence qui se trouve entre les métaux nobles ou parfaits, & les métaux imparfaits. Leur roi, pour me servir du langage des Anciens, est attaqué directement par l'acide marin déphlogistiqué (§. XVII), par l'eau régale (§. XVIII), & par l'acide nitreux (§. XIV). Mais les autres acides n'ayant pas par eux-mêmes, la force de lui enlever une suffisante quantité de phlogistique, ne s'en emparent qu'après qu'il a été dissout dans un des trois menstrues, dont nous venons de parler, & précipité ensuite par un alkali. La couleur terne & sans brillant métallique de ce précipité; sa dissolubilité dans l'eau régale, sans donner de vapeurs rouges; la propriété qu'il a de colorer le verre, &c. sont autant de preuves évidentes, que ce précipité est une véritable chaux d'or. Elle se dissout dans les acides vitriolique, arsenical, fluorique, tartareux, sébacé, & sur-tout dans l'acide marin. Mais il reste encore à déterminer l'ordre qu'ils

ſuivent. L'acide des fourmis ne la diſſout pas, du moins il ne devient pas jaune ; mais il la noircit bientôt, ſans qu'elle ſoit cependant revivifiée, puiſqu'elle ſe diſſout très-facilement dans l'acide marin. Il en eſt de même du vinaigre, excepté qu'au lieu de lui donner une couleur noire, il la rend d'un pourpre obſcur. L'acide du bleu de Pruſſe, ſaturé de terre calcaire, précipite la diſſolution d'or par l'eau régule, ſous forme de poudre blanche, qu'il rediſſout enſuite ſi on le verſe en trop grande quantité. L'or précipité par un alkali, blanchit également dans cet acide.

L'éther enlève l'or à tous les acides ; il diſſout auſſi ſa chaux directement ; mais il ne l'attaque pas en régule, quelque ſubtilement diviſé qu'il ſoit.

L'alkali paroît auſſi diſſoudre la chaux d'or ; car ſi l'on en met dans une diſſolution d'or, plus qu'il n'en faut pour ſaturer l'acide, il reſte aſſez de ce métal dans la liqueur pour lui donner une couleur jaune.

Par la voie sèche, l'or s'allie avec tous les métaux ; mais il n'eſt preſque pas poſſible de connoître ſes degrés d'affinités ; car les métaux s'u-

niſſent facilement trois enſemble, ſans qu'aucun ſoit rejetté (§. VIII). J'ai cependant placé les premiers, ceux avec leſquels il ſe combine le plus facilement, & les derniers, ceux qui paroiſſent s'allier plus lentement ; il en eſt de même à l'égard de la plupart des métaux, il ſuffira de l'avoir indiqué une fois pour toutes.

L'or ſe diſſout dans le foie de ſoufre ſalin, quoiqu'il refuſe de ſe combiner avec le ſoufre.

§. LVI.

QUARANTE-CINQUIÈME COLONNE.

La Platine.

Preſque tout ce que nous venons de dire de l'or, peut s'appliquer également à la platine. Cependant lorſqu'elle eſt ſous forme de précipité, elle ſe diſſout dans un plus grand nombre de menſtrues acides, tels que l'acide ſaccharin, ceux d'oſeille, de citron, de fourmis & dans le vinaigre. Celui du bleu de Pruſſe paroît n'avoir aucune action ſur elle, ni pour la précipiter, ni pour la diſſoudre.

Elle contient toujours du fer, ce qui ne prouve rien autre choſe, à mon avis, ſinon que ces deux

métaux ſe rencontrent dans la même mine. D'ailleurs, en faiſant attention que la platine ne fond que très-difficilement, on ne ſera pas étonné que le fer qui lui eſt uni, & qu'elle défend en quelque ſorte, puiſſe à peine en être ſéparé. La platine précipitée de l'eau régale, au moyen du ſel ammoniac, prouve clairement ce que j'avance; car ce précipité fondu comme il convient, avec le ſel microcoſmique, ne montre pas le moindre veſtige de fer (1). Il paroît très-vraiſemblable que le fer, qui lui eſt combiné, acquiert la vertu magnétique, par la trituration qu'il éprouve, ſous la meule de fer, que l'on emploie pour enlever l'or au moyen de l'amalgame; c'eſt ainſi du moins que la platine ſe trouve ſalie par le mercure; car il ne vient preſque point de platine en Europe, qu'après qu'elle a paſſé ſous la meule qui ſert à amalgamer. L'or allié au fer, dans la proportion qui imite la gravité ſpécifique de la platine, diffère totalement de celle-ci.

Les expériences du célèbre Docteur Lewis, ſemblent indiquer, que le foie de ſoufre attaque, en quelque manière, la platine.

(1) *Opuſc. Vol.* 2, *pag.* 179—181. *Trad. Franç. Tom.* 2, *pag.* 186 *& ſuiv.*

§. LVII.

QUARANTE-SIXIÈME COLONNE.

L'Argent.

L'acide marin attire très-puiſſamment ce métal, & l'enlève à tous les autres acides. Cependant celui du ſuif paroît aller de pair avec lui. Il eſt probable que l'acide Pruſſique ne l'emporte que ſur l'acide aërien : lorſqu'il eſt ſaturé de chaux, il précipite l'argent de ſes diſſolutions vitriolique & nitreuſe, ſous la forme d'une poudre blanche, qu'il rediſſout s'il eſt en excès. La force de l'acide ſaccharin, ſuit immédiatement celle de l'acide ſébacé, car il décompoſe le vitriol d'argent, & s'empare de ſa baſe. L'acide vitriolique, & celui du ſucre de lait, précipitent le nitre lunaire ; l'acide arſenical produit à la vérité le même effet, mais d'une manière ſi imparfaite, qu'il ſemble devoir paſſer après l'acide nitreux. Les rangs des autres acides qui ſuivent, ne ſont pas ſi bien déterminés. L'argent, précipité par l'alkali cryſtalliſé, s'unit à l'acide méphitique, qu'on peut chaſſer enſuite par le feu : cette combinaiſon eſt preſque inſoluble dans l'eau. Le même acide, à moins qu'il

ne ſoit mêlé d'un peu d'acide marin, n'a point d'action ſur l'argent vitriolé.

L'alkali volatil pur diſſout la chaux d'argent, & forme un ſel qui cryſtalliſe. Ces diſſolutions métalliques par les alkalis, ſont une nouvelle eſpèce de ſel très-digne d'attention, quoiqu'elle ait été peu, ou point examinée juſqu'à préſent.

§. LVIII.

QUARANTE-SEPTIÈME COLONNE.

Le Mercure.

Le mercure & la platine ſont, parmi les métaux, les deux extrêmes de la fuſibilité. Le premier n'exige qu'un ſi léger degré de chaleur, qu'il eſt très-rare que ce degré ne ſe trouve pas dans l'atmoſphère; cependant ſi l'on augmente le froid artificiellement, juſqu'au 40 degré au deſſous de la glace du thermomètre de Suède, ce métal commence à ſe figer; & ſi ce degré continue, il devient entièrement ſolide. Le célèbre Pallas raconte, qu'il a été quelquefois gelé par le froid naturel, en Sibérie. Dans l'état où il ſe trouve ordinairement, il faut le regarder comme

un métal fondu ; & puiſqu'il eſt malléable comme le plomb, lorſqu'il eſt concret, on ne doit pas le ranger parmi les demi-métaux, autrement il faudroit dire que tous les métaux ſont fragiles, nul n'étant malléable lorſqu'il eſt fondu.

L'acide ſébacé tient la première place ; il chaſſe tous les autres, & même l'acide marin, qui tient le ſecond rang. Ceux du ſucre, de l'oſeille, du ſuccin, de l'arſenic & du phoſphore, expulſent promptement les acides vitriolique & nitreux, & tombent au fond en s'uniſſant à la chaux de mercure. L'on n'a cependant pas encore aſſez comparé entre elles leurs forces reſpectives. L'acide du ſucre de lait précipite auſſi le mercure ; il le cède à l'acide marin, mais il eſt encore incertain, s'il le cède de même à l'acide vitriolique, & aux autres acides plus forts. L'acide du citron précipite abondamment le mercure diſſout à froid par l'acide nitreux, au lieu que la précipitation eſt beaucoup moindre, ſi la diſſolution a été faite à chaud. Il en eſt de même de l'acide tartareux, qui d'ailleurs, paſſe ici conſtamment après l'acide vitriolique. Celui du fluor paroît plus foible que celui du nitre. L'acide des fourmis, d'après le témoignage de Margraaf, ne diſſout pas la chaux de mercure ; mais il la réduit. Les places de l'acide acéteux, de l'acide

vitriolique phlogiſtiqué, & de l'acide boracin, reſtent à examiner plus exactement. La chaux de mercure, précipité par un alkali efferveſcent, s'unit à l'acide aërien, & forme un ſel inſoluble. L'acide Pruſſique décompoſe le mercure aëré, & donne des cryſtaux; il précipite auſſi, ſous forme de poudre noire, le nitre mercuriel fait à froid. L'expérience n'a pas encore décidé, s'il l'emportoit par une ſimple affinité ſur l'acide vitriolique, & les autres acides plus forts.

§. LIX.

QUARANTE-HUITIÈME COLONNE.

Le Plomb.

L'acide vitriolique a plus d'affinité pour le plomb que tous les autres acides, & le leur enlève à l'inſtant. Celui du bleu de Pruſſe n'a point d'effet lorſqu'il eſt ſeul; mais au moyen d'une double affinité, il précipite une poudre blanche, qu'il rediſſout lorſqu'il eſt en trop grande quantité. Quoique l'ordre reſpectif des acides ſébacé, du ſucre de lait, du ſucre, de l'arſenic, du tartre, du phoſphore & de l'oſeille, aient beſoin d'être mieux examinés, il eſt conſtant néanmoins qu'ils chaſſent les acides marin & nitreux,

lureux, & forment des combinaiſons très-peu ſolubles, qui tombent au fond. L'acide ſpathique eſt plus fort que le vinaigre ; probablement qu'il en eſt de même des acides du citron & des fourmis. A l'égard des autres, on peut en dire ici la même choſe que nous venons de dire (§. LVIII). La chaux de plomb, totalement privée d'acide méphitique, paroît l'attirer auſſi fortement que l'alkali fixe ; car elle rend celui ci en partie cauſtique, & le devient à ſon tour dans la leſſive cauſtique.

L'alkali fixe pur, & l'huile graſſe, diſſolvent la chaux de plomb.

§. LX.

Quarante-neuvième Colonne.

Le Cuivre.

L'acide du ſucre occupe la première caſe de la colonne, puiſqu'il s'empare de la chaux de cuivre, ſi on le verſe goutte à goutte dans une diſſolution de cuivre par l'acide vitriolique ou l'acide marin, & ſe précipite avec elle ſous forme de poudre

d'un bleu céleſte verdâtre. L'acide du tartre décompoſe également les mêmes ſels, mais un peu plus lentement, & donne des cryſtaux bleus. L'acide marin l'emporte ſur l'acide vitriolique ; car il diſſout facilement le vitriol de cuivre, devient verd à l'inſtant, & donne une encre ſympathique jaune, qui n'a pas lieu ſans le muriate de cuivre. Pour ne pas me tromper par la couleur, j'ai mêlé de l'eſprit-de-vin très-rectifié, avec l'acide marin ſaturé de vitriol, & je n'ai pas obtenu de précipité, qui arrive néceſſairement toutes les fois que le cuivre eſt combiné à l'acide vitriolique. Il faut cependant bien obſerver, que dans un vaiſſeau découvert, la moindre chaleur, & même les rayons du ſoleil, ſuffiſent pour rendre à l'acide vitriolique ſa prérogative ; de ſorte qu'il paroît à la fin des cryſtaux de vitriol, ou que l'eſprit-de-vin peut même en ſéparer auparavant. Voilà un exemple frappant de l'efficacité de la chaleur (§. IV). L'acide du ſel, verſé peu-à-peu dans une diſſolution de nitre de cuivre, précipite une poudre blanche inſoluble, & formée d'acide marin combiné avec un excès de chaux de cuivre. Les acides du ſuif, du ſucre de lait, du nitre, de l'arſenic & du vinaigre, ſont chaſſés par l'acide vitriolique ; l'on n'a pas encore aſſez recherché les forces reſpectives des autres acides. Celui du bleu

de Pruſſe libre, décompoſe le cuivre aëré ; mais il attaque à peine les autres combinaiſons de ce métal : au contraire, lorſqu'il eſt ſaturé d'alkali, il chaſſe tous les acides par une double affinité ; & ſi on le met en excès, il rediſſout les précipités qu'il avoit formés d'abord. Les autres acides ne diſſolvent qu'une partie de ces mêmes précipités ; ce qui reſte eſt blanc. L'alkali volatil les diſſout tous, & la couleur eſt d'un verd tirant au bleu céleſte ; mais l'eau ſeule les précipite de nouveau.

Les alkalis & les huiles attaquent le cuivre ; mais on ne ſait pas encore dans quel ordre.

§. LXI.

CINQUANTIÈME COLONNE.

Le Fer.

L'acide ſaccharin rend jaune à l'inſtant la diſſolution de vitriol de mars, il en précipite peu à peu une poudre jaune ; c'eſt de la chaux de fer combinée à cet acide. L'acide du tartre le décompoſe de même ; mais le nouveau

ſel tarde plus long-tems à ſe montrer ; & ſe trouve plus cryſtallin. Le vitriol verd diſſous par l'acide marin, ſe précipite en verſant de l'eſprit-de-vin ſur la diſſolution ; ce qui prouve la ſupériorité de l'acide vitriolique. L'acide du ſucre de lait ne peut déplacer celui du vitriol ; & le nitreux l'emporte de même ſur le ſébacé. Le bleu de Pruſſe donne avec ſon propre acide une diſſolution jaune, tandis qu'il n'eſt pas attaqué par les autres acides ; ce qui paroît indiquer une très-grande affinité de l'acide Pruſſique avec le fer ; auſſi le précipite-t-il réellement, lorſqu'il eſt diſſous par l'acide méphitique ; mais il ne l'enlève, je crois, à aucun autre acide, que quand il eſt ſaturé d'alkali ; c'eſt-à-dire par le moyen d'une double affinité. Les rangs qui viennent enſuite, demandent à être confirmés ou rectifiés par un plus grand nombre d'expériences ; il eſt cependant certain, que l'acide arſenical l'emporte ſur le vinaigre.

§. LXII.

Cinquante-unième Colonne.

L'Etain.

Presque tout l'ordre de cette colonne est douteux ; il est aussi très-difficile à découvrir, parce que l'étain demande un excès d'acide pour être tenu en dissolution. Il est sûr néanmoins, que l'acide arsenical & l'acide saccharin, sont ici plus foibles que ceux du vitriol & du sel, mais plus forts que le vinaigre. L'acide sébacé l'emporte aussi sur l'acide marin.

Les alkalis fixes & volatils attaquent la chaux d'étain.

§. LXIII.

Cinquante-deuxième Colonne.

Le Bismuth.

L'acide nitreux dissout très-facilement le bismuth ; mais si l'on verse goutte à goutte dans

cette diſſolution, les acides ſacchatin, ſébac
oxalin, tartareux, phoſphorique & arſenical,
enlèvent ce métal à l'acide nitreux, quoique l'or
reſpectif entre tous ces acides ne ſoit pas enc
déterminé : ces nouvelles combinaiſons peu
lubles, ſe précipitent dans peu, ſous forme
poudre blanche très-ſubtible, excepté celle
biſmuth avec l'acide tartareux, qui donne
petits grains cryſtallins & tranſparens, au bout
10—15 minutes. Comme l'eau ſeule précipite
nitre de biſmuth, je me ſuis ſervi pour ces ex
riences, de diſſolutions avec un tel excès d'acic
qu'un nombre de gouttes d'eau, égal à celui
gouttes de précipitans que je devois employ
n'y occaſionnoit point de précipité permanent
bien je me ſervois d'acides concrets, autant que
pouvois les obtenir ſous cette forme, comme
ſont la plupart de ceux que je viens de citer. I
mêmes acides décompoſent auſſi la diſſolution
biſmuth par l'acide vitriolique : ce dernier me
true, étendu d'eau, s'empare de la chaux de b
muth ; mais pour attaquer le régule il faut q
ſoit concentré, & même le diſtiller à ſiccité a
ce métal, afin de lui enlever ſon phlogiſtique.

Le vinaigre diſtillé, bouilli pendant une den
heure avec la chaux de biſmuth, en diſſout ré
lement un peu ; ce qu'on reconnoît par la ſave

l'alkali phlogiſtiqué & les acides précédens ; mais l'eau ne précipite rien de cette diſſolution, à moins peut-être qu'elle ne ſoit en très-grande quantité, & qu'on ne la laiſſe pendant très-long-tems. Le régule ſe diſſout de la même manière, mais en ſi petite quantité, qu'il eſt preſqu'impoſſible de le reconnoître. On peut appliquer à l'acide des fourmis, ce que nous avons dit du vinaigre. Le rang que doit occuper le reſte des acides, eſt encore douteux, & même l'ordre reſpectif entre les acides vitrioliques, nitreux & marin, n'eſt pas encore déterminé.

§. LXIV.

CINQUANTE-TROISIÈME COLONNE.

Le Nickel.

Tous les Chymiſtes ne reconnoiſſent pas encore le nickel pour un métal diſtinct; cependant, puiſqu'il diffère de tous les autres, par des caractères conſtans & des propriétés particulières : telles ſont principalement, de donner des diſſolutions très-vertes avec tous les acides qui l'attaquent, une diſſolution bleu céleſte avec l'alkali volatil, un précipité blanc verdâtre avec l'alkali

ordinaire & l'alkali phlogiſtiqué, de communiquer au verre une teinte hyacinthe ; caractères qui, pris enſemble, ne conviennent à aucun autre métal : que d'ailleurs lorſqu'il eſt bien purifié, l'on n'a pu venir à bout de le changer en aucun autre, en le tourmentant de toutes les manières, par la voie ſèche & par la voie humide, & qu'enfin perſonne, en faiſant fondre enſemble du cuivre, de l'arſenic, du cobalt purifié, du fer ou d'autres métaux, n'a produit par la ſynthèſe un alliage qui eût les mêmes propriétés, je ne peux m'empêcher, d'après toutes ces raiſons, de regarder le nickel comme un métal particulier, en attendant que de nouvelles expériences nous inſtruiſent mieux là-deſſus. L'extrême difficulté de purifier ce métal, eſt la cauſe qui a induit la plupart des Chymiſtes en erreur. En effet, il ne ſe rencontre jamais exempt d'arſenic, de cobalt & de fer ; quelquefois même il ſe trouve mélangé de cuivre & d'autres métaux. Le cuivre s'en ſépare aiſément, il eſt très-difficile de le débarraſſer entièrement de tout l'arſenic, plus difficile encore d'enlever les dernières portions du cobalt ; mais il n'a pas été poſſible juſqu'ici, d'en ſéparer le fer par aucun moyen connu, comme je l'ai fait voir plus au long dans ma diſſertation ſur le nickel. C'eſt pourquoi je ne ſuis pas ſurpris que le nickel ne donne point de verre bleu par le procédé ordi-

naire, s'il eſt uni à une quantité de cobalt ſi petite, que les molécules de ce dernier ſoient recouvertes de toutes parts par celle du nickel, au lieu qu'il en donne, lorſqu'on y ajoute de l'arſenic; car cette addition, non-ſeulement diminue l'adhérence du nickel & du cobalt; mais elle rend la maſſe plus fluide, & dépouille le cobalt du phlogiſtique, qui l'empêchoit de colorer le verre. Ce dernier métal ne colore le verre que lorſqu'il eſt calciné, & ſa chaux eſt extrêmement riche en couleur; mais elle eſt très-difficile à fondre & à réduire, lorſqu'elle eſt trop calcinée. Le nickel, débarraſſé de tous ſes alliages, excepté du fer que je n'ai pu lui enlever par aucun moyen, obéit au marteau, eſt très-tenace, de ſorte que je doute s'il doit être rangé parmi les métaux fragiles: il eſt quelquefois attirable à l'aimant; il eſt très-difficile à fondre, & l'arſenic blanc ne lui donne pas la propriété de colorer le verre en bleu; il donne cependant une diſſolution très-verte avec les acides, & conſerve tous les caractères dont nous avons parlé.

Le nickel ne préfère aucun acide à celui du ſucre, qui l'enlève à tous les autres, ſous forme de poudre verdâtre inſoluble dans l'eau. L'acide d'oſeille le précipite de même: l'acide ſébacé l'aban-

donne à l'acide nitreux. Le pouvoir reſpectif des autres acides a beſoin d'un examen ultérieur, pour être déterminé avec certitude : les eſſais qui ont été faits, paroiſſent néanmoins indiquer, que l'acide arſenical doit paſſer après le vinaigre.

§. LXV.

Cinquante-quatrième Colonne.

L'Arſenic.

Les diſſolutions d'arſenic ſont en quelque ſorte imparfaites, ce qui ne doit pas nous étonner, puiſque ſa chaux n'eſt qu'un véritable acide coagulé par le phlogiſtique (§. XX). Juſqu'à préſent on l'a peu examiné par rapport à ſes attractions électives. Il eſt évident que l'acide vitriolique le cède à celui du ſel ; car ſi l'on verſe de l'acide marin, ſur une diſſolution d'arſenic par l'acide vitriolique, elle donne du beurre d'arſenic en l'évaporant à une légère chaleur. L'acide ſaccharin chaſſe également l'acide vitriolique, & l'acide nitreux celui du ſuif ; le reſte eſt douteux.

§. LXVI.

Cinquante-cinquième Colonne.

Le Cobalt.

Le cobalt diffère du nickel, en ce que ſes diſſolutions, dans les acides & l'alkali volatil, ſont colorées en rouge; & ſes précipités par l'alkali ordinaire & l'alkali phlogiſtiqué, ſont cendrées rougeâtres; d'ailleurs, il colore le verre en bleu; il enlève au nickel, par la voie ſèche, le foie de ſoufre ſalin; il ne s'allie pas à l'argent, au biſmuth, au plomb, tandis que ces métaux ne refuſent pas le nickel, à moins qu'il ne ſoit trop mêlé de cobalt. Enfin il eſt beaucoup plus riche en couleur que le nickel, enſorte qu'il l'emporte toujours ſur celui-ci, quoiqu'il ſoit en moindre quantité dans la même maſſe; car un régule tellement mélangé de ces deux métaux, que le nickel y domine conſidérablement, colore cependant en rouge ſes diſſolutions dans les acides, ſans qu'il y ait la moindre nuance de verd; & le moindre alliage du cobalt avec le nickel, donne encore à celui-ci, la propriété de colorer le verre par la voie ſèche.

L'acide ſaccharin attire très-fortement le cobalt, & le précipite des autres acides ſous forme de poudre roſe pâle; & comme ce précipité eſt très-peu ſoluble dans l'eau, à moins d'un grand excès d'acide, on n'a pas encore pu comparer la force attractive de cet acide avec celle de l'acide d'oſeille, qui enlève auſſi le cobalt à l'acide marin & aux autres. L'acide du ſel chaſſe le vitriolique; c'eſt ce qu'on peut démontrer de pluſieurs manières. L'eſprit-de-vin très-rectifié refuſe de diſſoudre le vitriol de cobalt, & diſſout au contraire le muriate de ce même métal; ainſi, puiſqu'il n'y a point de précipité, en verſant de l'eſprit-de-vin ſur une diſſolution de vitriol de cobalt par l'acide marin, c'eſt une preuve que ce vitriol a été détruit. D'ailleurs le muriate de cobalt donne l'encre de ſympathie, au lieu que le vitriol n'en donne pas: cela poſé, ſi l'on ajoute de l'acide marin (ou du ſel marin qui contient cet acide & qui agit par une double affinité) à la diſſolution de vitriol de cobalt, elle acquiert cette propriété, & l'écriture faite avec cette diſſolution, devient viſible, & d'une couleur verte à l'air ſec. Je dis *à l'air ſec*, puiſque cette écriture, renfermée dans des bouteilles bien bouchées, au-deſſus de la chaux vive ou de l'acide vitriolique très-concentré, devient bientôt viſible. Le feu ou la chaleur n'agiſſent donc ſur

l'encre de ſympathie qu'en la deſſéchant ; ce qui s'accorde avec l'explication de M. Hellot. Le cobalt, précipité par l'alkali phlogiſtiqué, eſt inſoluble dans cet alkali & dans les acides.

L'acide arſenical ne peut enlever le cobalt au vinaigre, du moins il ne le précipite pas. Les autres rangs demandent à être mieux examinés.

§. LXVII.

CINQUANTE-SIXIÈME COLONNE.

Le Zinc.

L'acide du ſucre enlève le zinc à tous les autres, & ſe précipite avec lui ſur le champ, ſous forme de poudre blanche. L'acide vitriolique l'emporte ſur celui du ſucre de lait, & l'acide nitreux ſur celui du ſuif.

Le zinc, précipité par l'alkali phlogiſtiqué, n'eſt pas rediſſout par un excès de ce réactif, au contraire, il eſt ſoluble dans les acides. Ceux du vitriol, du nitre & du ſel, ſont plus puiſſans que celui de l'arſenic, qui, à ſon tour, l'eſt plus que le vinaigre. L'acide vitriolique doit paſſer avant l'acide marin ; car l'eſprit-de-vin précipite le vi-

triol de zinc, diſſous dans cet acide. L'acide d'oſeille n'a pas été eſſayé ; mais, ſi je ne me trompe, il chaſſe l'acide vitriolique.

§. LXVIII.

Cinquante-septième Colonne.

L'Antimoine.

Les affinités de l'antimoine ont été peu examinées juſqu'à préſent ; elles préſentent auſſi beaucoup de difficultés, parce que les combinaiſons de ce métal ne ſont ſolubles qu'à la faveur d'un excès d'acide. Le premier rang appartient à l'acide ſébacé, & le ſecond à l'acide marin. L'acide du ſucre chaſſe le vitriolique : celui-ci, & les acides nitreux & marin, l'emportent ſur l'acide arſenical, qui eſt cependant plus puiſſant que le vinaigre. Je n'en ai pas encore pu déterminer davantage d'une manière ſûre.

§. LXIX.

Cinquante-huitième Colonne.

Le Magnéſi (Régule de Manganèſe).

La peſanteur ſpécifique de la manganèſe ; ou magnéſie noire, ſa propriété de teindre le verre, & ſur-tout le précipité blanc, que l'alkali phlogiſtiqué occaſionne dans ſes diſſolutions par les acides, m'avoient fait voir clairement depuis pluſieurs années, que cette ſubſtance contenoit un métal particulier. Les Docteur Gahn, autrefois mon eſtimable diſciple, eſt le premier qui en ait obtenu un régule. Celui-ci a des propriétés très-diſtinctes, & doit faire un métal particulier, différent de tous les autres, puiſque l'on n'a pu juſqu'ici le réduire en aucun autre par l'analyſe, ni en compoſer un ſemblable par la ſynthèſe avec les autres métaux. Le régule de manganèſe (que j'appelle *Magnéſi* pour le diſtinguer de la magnéſie) eſt dur & fragile ; ſa caſſure eſt granuleuſe, blanche & brillante ; il réſiſte tellement au feu, qu'il fond plus difficilement que le fer ; d'où j'ai conjecturé d'abord, qu'il avoit quelque analogie avec la platine : il refuſe de s'unir au ſoufre, donne un vitriol en cryſtaux parallélipipèdes,

transparens & sans couleur : sa chaux, dépouillée de presque tout son phlogistique, est noire : lorsqu'elle en retient assez pour se dissoudre parfaitement dans les acides, elle est blanche ; enfin une plus grande quantité de ce principe la ramène à l'état de régule. La chaux noire donne au feu une couleur d'hyacinthe au borax, & une couleur pourpre au sel microscomique ; mais l'addition d'une assez grande quantité de phlogistique, fait disparoître l'une & l'autre. Ce métal abandonne très-difficilement tout le fer qui lui est combiné, & l'on sait combien il est difficile, d'enlever les derniers vestiges d'une substance hétérogène, enveloppés de toutes parts, par d'autres molécules qui les attirent fortement, sur-tout lorsque l'alliage est difficile à fondre.

La chaux noire se dissout à la vérité dans les acides vitriolique & marin ; mais les dissolutions ne sont jamais sans couleur, à moins que l'on n'ait ajouté du sucre ou d'autres substances capables de fournir le phlogistique nécessaire ; elle se dissout au contraire parfaitement dans les acides phlogistiqués par l'art, comme ceux du vitriol & du nitre, ou qui contiennent naturellement le principe inflammable, tels que ceux du nitre & du tartre, & en même-tems elle les décompose.

Les

Les acides ſaccharin, tartareux, oxalin, citronien, phoſphorique & fluorique, chaſſent ceux du vitriol, du nitre & du ſel. Ce dernier l'emporte ſur l'acide vitriolique; car le vitriol de manganèſe, diſſous dans l'acide marin, montre bientôt des petits cryſtaux très-ſolubles dans l'eſprit-de-vin, au lieu que le vitriol de manganèſe ne l'eſt pas; d'ailleurs ſi l'on décante la liqueur qui ſurnage ces cryſtaux, elle ne précipite pas au moyen de l'eſprit-de-vin. L'acide nitreux fait quitter priſe à l'acide ſébacé, & celui de l'arſenic au vinaigre. Le reſte eſt douteux.

Par la voie ſèche, le magnéſi s'allie au cuivre, au fer, à l'or, l'argent, l'étain & la ſidérite; les autres métaux ſont encore à eſſayer. Le foie de ſoufre peut à peine en ſéparer le fer; mais il les diſſout tous deux enſemble.

§. LXX.

CINQUANTE-NEUVIÈME COLONNE.

La Sidérite.

Ce métal, qui rend le fer caſſant à froid, nous

paroît différent de tous les autres. L'on trouve dans le troisième volume de mes opuscules, le peu que j'ai pu reconnoître jusqu'ici de ses propriétés, & l'on peut les consulter à leur place; il en reste cependant beaucoup à examiner, que j'ai été obligé de remettre à un autre tems, n'ayant pu m'en procurer une quantité suffisante. Les trois acides minéraux le dissolvent; mais difficilement. Tous les autres n'ont pas encore été éprouvés avec assez de soin. Dans l'ordre des précipitations par les métaux, il paroît que la sidérite doit passer avant le plomb, puisqu'aucun autre métal n'a pu jusqu'ici la précipiter sous forme métallique; mais toujours sous forme de chaux, comme il arrive à l'égard de l'étain.

Voilà, sans doute, un champ très-vaste d'expériences & d'observations, qui en demandent encore beaucoup de nouvelles: j'ai distingué ce qui étoit certain de ce qui n'étoit que douteux, afin que celui qui voudra y hasarder sa patience & son génie, sache ce qui lui reste à faire. Ce qui est équivoque ou douteux, n'a pas pour cela été mis sans raison; mais seulement, par des raisons insuffisantes pour donner une pleine conviction. Si, malgré cela, je me suis trompé en quelque chose, on doit le pardonner à la foiblesse humaine; cepen-

dant je ne doute pas que beaucoup d'aſſertions, qui paroîtront obſcures, & peut-être fauſſes à pluſieurs, ne ſoient claires & très-évidentes pour celui qui voudra s'appliquer ſérieuſement au même travail.

SUPPLÉMENT.

LE célèbre Bergman avoit prévu, que les découvertes des Chymiſtes apporteroient quelques modifications à ſa table des Affinités. L'on peut voir dans la partie du Dictionnaire de Chymie, que M. de Morveau a ſi bien traitée (*Nouvelle Encyclopédie, Chymie, Tom. I. Ière. Part.*), à quel point la conjecture de Bergman s'eſt vérifiée à l'égard des acides. Nous ne pouvons mieux faire que d'emprunter de ſon excellent Traducteur, les additions que ſa Table exige actuellement. Nous nous bornerons à décrire en peu de mots, la manière d'obtenir les nouveaux acides, & ce que l'on connoît de leurs affinités, ſans cependant faire mention des ſels avec excès d'acide, comme le tartre & le ſel d'oſeil; parce ces ſels étant évidemment compoſés, forment des combinaiſons triples, & doivent par cette raiſon, être exclus de la Table des attractions électives ſimples. L'on verra enſuite dans les notes, les corrections & les retranchemens que les expériences ont indiqués.

§. LXXI.

L'Acide malusien.

M. de Morveau donne ce nom, à un acide que l'ingénieux Schéele a découvert dans le suc de plusieurs fruits, & qui se trouve plus pur & plus facile à obtenir dans celui des pommes. C'est en comparant le suc de groseille (*ribes grossularia*) avec celui du citron, que le célèbre Chymiste de Koeping, trouva que la craie ajoutée au premier n'en précipitoit pas tout l'acide; & qu'ainsi, outre l'acide du citron, ce suc en contenoit un autre, qui formoit avec la craie, un sel différent du citrate calcaire. L'esprit-de-vin, mêlé à la liqueur décantée de dessus ce dernier sel, en précipitoit à la vérité un coagulum, qui étoit la combinaison du nouvel acide avec la chaux; mais il s'agissoit de le débarrasser de la partie mucilagineuse, & de la matière extractive qui le rendoient impur. M. Schéele fit évaporer le suc de groseilles en consistance de syrop, il y versa de l'esprit-de-vin rectifié, jetta le tout sur le filtre, qui retint la partie gommeuse, & l'alkool passa chargé des deux acides, & de la partie savoneuse extractive. L'esprit-de-vin fut ensuite enlevé par l'évapora-

tion, & le réſidu étendu d'eau, fut ſaturé de craie; & après qu'on l'eut fait bouillir deux minutes, le citrate calcaire ſe précipita, & fut ſéparé par le filtre; enfin l'eſprit-de-vin, verſé ſur la la liqueur filtrée, précipita le *malufite* calcaire, & s'empara de la partie extractive; de ſorte que le précipité, lavé avec de nouvel eſprit-de-vin, donna ce ſel débarraſſé de toutes ſubſtances étrangères. Pour en obtenir l'acide libre, il eſſaya d'en précipiter la chaux par l'acide vitriolique; mais le procédé n'ayant pas réuſſi, il ſe ſervit de l'acéte de plomb, & il obtint la malufite de plomb; après l'avoir bien lavé, il en dégagea l'acide malufien par le moyen de l'acide vitriolique.

Il trouva qu'on pouvoit beaucoup abréger le procédé, en ſe ſervant du ſuc de pommes, qui ne contient point d'acide du citron, & qui tient ſi peu de matière mucilagineuſe, que l'eſprit-de-vin n'y occaſionne aucun changement. Sa méthode conſiſte à ſaturer d'alkali fixe le ſuc de pommes, à y verſer enſuite de la diſſolution d'acéte de plomb, juſqu'à ce qu'elle n'y occaſionne plus de précipité, enfin on verſe ſur ce précipité bien édulcoré, de l'acide vitriolique affoibli, juſqu'à ce que la liqueur prenne une ſaveur acide franche, ſans mélange de doux; c'eſt une preuve alors, qu'elle ne contient plus de malufite de

plomb : il ſuffit de la filtrer pour en ſéparer le vitriol de ſaturne.

L'acide maluſien ne peut pas cryſtalliſer ; il forme avec les *alkalis*, des ſels déliqueſcens ; avec la *chaux*, il donne de petits criſtaux irréguliers, ſolubles dans l'eau bouillante, & même dans l'eau froide, quand elle eſt aiguiſée par un peu d'acide maluſien, ou d'acide acéteux. Il ſe comporte avec le *barote* comme avec la chaux ; il donne un ſel déliqueſcent avec la *magnéſie*, un ſel très-peu ſoluble avec l'*argille*.

La diſſolution de *fer* par cet acide eſt brune, & ne peut cryſtalliſer ; celle de *zinc* donne de beaux cryſtaux ; il n'attaque pas ſenſiblement les autres métaux ; il précipite les diſſolutions nitreuſes de mercure, de plomb & d'argent ; il précipite l'or en état de métal, lorſqu'on le verſe dans ſa diſſolution étendue d'eau diſtillée. Le maluſite calcaire décompoſe le citrate ammoniacal, ſi on les fait bouillir enſemble ; de ſorte que l'acide du citron a plus d'affinité avec la chaux, que l'acide maluſien.

Enfin cet acide ſe détruit au feu, & les ſels qu'il formoit, ſe trouvent combinés avec l'acide

méphitique : il donne de l'acide ſaccharin ſi on le traite avec l'acide nitreux. Tous ces caractères le diſtinguent de l'acide du citron, & même de l'acide ſaclactique, avec lequel il a beaucoup d'analogie ; car le maluſite calcaire eſt précipité par l'eſprit-de-vin, qui diſſout facilement la combinaiſon d'acide ſaclactique & de chaux.

M. Schéele à trouvé cet acide dans le ſuc de pluſieurs fruits : dans quelques-uns, il eſt preſque ſeul, ou mêlé avec très-peu d'acide citronien ; dans d'autres, il ſe rencontre preſque en égale quantité ; & il en eſt quelques-uns au contraire, où ce dernier prédomine, & ſe trouve à-peu-près ſeul. Ainſi, les ſucs exprimés des fruits de l'épine-vinette (*berberis vulg.* L.), du ſureau (*ſambucus nigra.* L.), du prunellier (*prunus ſpinoſa.* L.), du prunier (*prunus domeſtica.* L.), du ſorbier des Oiſeleurs (*ſorbus ancuparia.* L.), contiennent beaucoup d'acide maluſien, peu ou point d'acide citronien. Ceux des fruits de groſelier épineux (*ribes groſſularia.* L.), du groſelier rouge (*ribres rubrum.* L.), de l'areille ou myrtille (*vaccinium myrtillus.* L.), de l'aliſier commun (*cratægus aria.* L.), du ceriſier (*prunus ceraſus.* L.), de la ronce ſans épine (*rubus chamæmorus.* L.) du framboiſier (*rubus idæus.* L.),

paroiſſent contenir à-peu-près moitié de l'un & de l'autre acide. Le ſuc de citron lui-même, contient un peu d'acide malufien ; ceux des fruits de la canneberge (*vaccinium oxicoccos.* L.), de l'airelle à fruits rouges (*vaccinium vitis idæa*), du meriſier à grappe (*prunus padus.* L.), de la douce amère (*ſolanum dulcamara.* L.), de l'églantier (*roſa canina.* L.), donnent beaucoup d'acide citronien, peu ou point d'acide maluſien. Le jus de raiſins verds, ainſi que celui du tamarin, ne contient également que de l'acide citronien.

M. Schéele a de même obtenu de l'acide maluſien, en traitant le ſucre par le moyen de l'acide nitreux. Si l'on verſe ce dernier acide affoibli, ſur du ſucre, juſqu'à ce que le mélange commence à tourner au brun, ce qui prouve que tout l'acide nitreux eſt décompoſé, & que l'on précipite par l'eau de chaux, tout l'acide ſaccharin qui s'eſt formé, que l'on ſature enſuite la liqueur qui ſurnage, par le moyen de la craie, l'eſprit-de-vin en précipitera le malufite calcaire, duquel on pourra retirer l'acide pur, ſuivant le procédé ci-devant indiqué. L'eſprit-de-vin qui aura ſervi à laver le coagulé, laiſſe par l'évaporation une ſubſtance très-déliqueſcente, & qui

fournit encore de l'acide malusien & de l'acide saccharin, lorsqu'on la traite par l'acide nitreux.

La plupart des extraits, traités de la même manière, ont donné à M. Schéele les acides malusien & saccharin; il en est de même de l'huile de graine de persil, de la colle-forte, de celle de poisson, du blanc, du jaune d'œuf & du sang. La manne, la gomme arabique, donnent les mêmes acides; le suc de lait donne en outre l'acide saclactique. La gomme adragant digérée avec l'acide nitreux, fournit de l'acide saclactique en poudre blanche, de l'acide malusien, de l'acide saccharin & du malusite calcaire; la fécule de pomme-de-terre donne, après l'acide malusien & l'acide saccharin, un peu de saccharite calcaire; la racine de salep en donne davantage. L'amidon fournit les deux acides & une substance huileuse, qui, bien édulcorée & distillée ensuite, donne un acide semblable au vinaigre, & une huile figée Enfin toutes les fois que l'on prépare l'acide du sucre, il passe toujours dans le récipient, une portion de vinaigre avec le gas nitreux; comme l'ont découvert en même-tems MM. Schéele & Westrumb.

§. LXXII.

L'Acide gallique.

Les expériences de MM. Monnet, Macquer & Gioanetti, & les belles recherches des Académiciens de Dijon, nous avoient appris, que le principe aſtringent rougit les couleurs bleues végétales ; qu'il décompoſe à la manière des acides, les foies de ſoufre terreux & alkalins, & les émulſions ; qu'il diſſout même directement quelques métaux ; qu'il décompoſe les diſſolutions métalliques, avec des phénomènes particuliers, & qu'il s'élève à la diſtillation ſans perdre ſes propriétés. Tous ces faits indiquoient un caractère acide dans cette ſubſtance ; mais il étoit encore réſervé au génie du célèbre Schéele, de ſéparer cet acide ſous forme concrète, & débarraſſé de la matière extractive avec laquelle il eſt uni dans l'infuſion de noix-de-galle.

Il fit infuſer une livre de galles dans deux pintes trois quarts d'eau pure ; l'infuſion filtrée au bout de quatre jours, fut miſe dans un ballon couvert d'un ſimple papier ; elle ſe chargea peu-à-peu de moiſiſſure, & au bout d'un mois, elle paroiſſoit plus acide, ſans avoir perdu de ſa ſaveur aſtringente. Cinq ſemaines après, elle étoit évapo-

rée à moitié, & formoit un précipité épais de deux doigts, au-deſſous d'une pellicule muqueuſe ; elle avoit alors perdu toute ſa ſaveur ſtyptique ; elle fut filtrée & remiſe de nouveau dans le ballon, & lorſque la plus grande partie fut évaporée, tous les précipités réunis & lavés dans l'eau froide, diſſouts enſuite dans l'eau chaude & filtrés, fournirent, par l'évaporation, des cryſtaux gris diſpoſés en ſoleil, & un précipité en poudre, ſemblable à du ſable fin.

Ce ſel ſe diſſout dans parties égales d'eau bouillante, qui donne, en ſe refroidiſſant, une maſſe concrète, compoſée de petits cryſtaux ; il demande vingt-quatre parties d'eau froide pour ſa diſſolution. L'eſprit-de-vin bouillant en diſſout de même, une quantité égale à ſon poids ; s'il eſt froid, il n'en diſſout que le quart.

L'acide gallique fait effervescence avec la craie, rougit l'infuſion de tourneſol, ſe décompoſe à feu ouvert, & laiſſe un charbon difficile à incinérer ; il ſe liquéfie dans les vaiſſeaux fermés, donne un phlegme acide, un ſublimé blanc, qui reſte fluide au col de la cornue, & ſe cryſtalliſe en refroidiſſant ; il donne beaucoup de charbon, & pas un atôme d'huile.

Le ſublimé a preſque l'odeur de l'acide ben-

zoïque; il eſt également ſoluble dans l'eau & dans l'eſprit-de-vin; il rougit le tourneſol, & précipite les diſſolutions métalliques, avec leurs différentes couleurs.

La diſſolution d'acide gallique concret, rend celle d'or, d'un verd ſombre, & en précipite une poudre brune qui eſt de l'or revivifié.

La diſſolution d'argent devient brune, & dépoſe une poudre griſe, qui eſt également de l'argent revivifié.

Celle de mercure eſt précipitée en jaune orangé.

Celle de cuivre, en brun.

Celle de fer devient noire, & la couleur eſt d'autant plus foncée, que l'eau eſt plus chargée de ce ſel.

L'acéte de plomb eſt précipté en blanc, le biſmuth en jaune citron.

L'acide molybdique devient jaune obſcur, ſans précipité.

Les diſſolutions de platine, de zinc, d'étain, de cobalt, de manganèſe & d'acide arſenical, n'é-

prouvent aucun changement ; il en eſt de même de celles de chaux, de magnéſie, de terre peſante &c. de terre d'alun, tandis que l'eau de chaux donne un précipité gris abondant.

L'acide nitreux change ce ſel en acide ſaccharin, par le procédé ordinaire.

L'acide vitriolique, verſé ſur le précipité d'acéte de plomb par l'acide gallique, le décompoſe, & en dégage l'acide dans ſa plus grande pureté. M. Schéele avoit cru d'après cela, qu'il ſeroit poſſible d'obtenir tout d'un coup cet acide pur, en précipitant l'acéte de plomb par l'infuſion de galle, & décompoſant enſuite le précipité par l'acide vitriolique ; mais l'acide qu'on obtient par ce procédé, conſerve le goût aſtringent de la noix de galle.

La noix de galle, diſtillée à un feu violent, donne un phlegme acide d'une odeur qui n'eſt point déſagréable, & un ſel volatil ſemblable à celui qu'on obtient en diſtillant le ſel de galle, & jouiſſant des mêmes propriétés ; de ſorte que ce ſel exiſte tout formé dans l'infuſion de noix-de-galle, quoiqu'on ne puiſſe l'obtenir cryſtalliſé, qu'après qu'il a été débarraſſé, par une eſpèce de fermentation, du principe ſtyptique qui lui étoit

uni. M. de Morveau croit que l'acide gallique eſt uni à une matière réſineuſe, & peut-être à un peu de mucilage, dans l'infuſion de galle. M. Monnet avoit vu, que la noix-de-galle précipitoit la diſſolution de zinc, en verd cendré; celle de cuivre, en gris rougeâtre; celle d'argent, en ſtries rougeâtres qui prenoient bientôt la couleur de café brûlé; celle d'or, en pourpre : il avoit vu d'ailleurs que ces précipités étoient ſolubles dans les acides, & que les alkalis s'uniſſoient à ces dernières diſſolutions, ſans les précipiter. MM. les Académiciens de Dijon avoient auſſi obſervé, que la noix de galle n'altéroit point la diſſolution d'arſenic; qu'elle donnoit un précipité verdâtre avec le biſmuth, blanc avec le nickel, gris bleuâtre avec l'antimoine, ardoiſé avec le plomb &c.; enfin que la diſſolution d'étain devenoit d'un gris ſale, par le mélange de la noix-de-galle, & laiſſoit un précipité abondant comme mucilagineux. Ces phénomènes diffèrent de ceux que M. Schéele a obſervés, ce qui provient ſans doute, de ce que ces Chymiſtes n'ont pas employé l'acide gallique, dans le même degré de pureté.

§. LXXIII.

L'Acide lignique.

En 1779, M. Goettling publia la manière d'obtenir & de purifier l'acide que l'écorce de bouleau, le hêtre & d'autres bois fourniſſent à la diſtillation; il donna même le procédé pour en former de l'éther en le traitant avec l'eſprit-de-vin. Pour obtenir cet acide, M. Goettling remplit d'écorce de bouleau une cornue de fer, & il diſtille juſqu'à ce qu'il ne paſſe plus rien; il rectifie le produit à un feu très-doux; il le ſature d'alkali & fait évaporer à ſiccité le ſel qui en réſulte; ce ſel rediſſout dans l'eau, filtré & évaporé de nouveau, de brun qu'il étoit, devient d'un gris blanc. En le diſtillant dans une cucurbite baſſe, avec de l'acide vitriolique, il en retira un acide blanc, non empyreumatique qui a l'odeur d'ail: il eſt facile d'abréger beaucoup ce procédé, il ſuffit de diſtiller des copeaux de hêtre bien ſecs, de rectifier le produit, ou ſimplement de changer de récipient, dès que l'huile commence à monter.

55 onces de copeaux de hêtre ont donné, par ce moyen, 17 onces d'acide, d'une couleur légèrement

ment ambrée, nullement huileux ni empyreumatique : sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée comme 49 à 48. M. Eloy Bourfier de Clairvaux, a trouvé qu'il préféroit les terres calcaire & pesante, aux alkalis fixes caustiques; il paroît aussi, qu'il a plus d'affinité avec le calce qu'avec le barote; car si l'on verse de l'eau de chaux, dans une dissolution de *lignite* barotique, en quantité suffisante pour rougir le papier teint par le curcuma, & que l'on filtre la liqueur le lendemain, pour en séparer la terre qui s'est précipitée, cette liqueur ne décompose pas le vitriol de soude, quoiqu'elle tienne assez de terre, pour former un précipité abondant avec l'alkali fixe effervescent.

L'alkali volatil caustique ne décompose pas le lignite de magnésie.

Son action sur les métaux & sur la terre alumineuse, peut être comparée à celle du vinaigre, & paroît suivre le même ordre.

L'acide lignique soutient assez bien le feu de la distillation, & même un commencement de fusion, lorsqu'il est engagé dans une base alkaline; mais à un feu plus fort, il se détruit comme les autres acides végétaux.

§. LXXIV.

L'Acide ſyrupeux.

C'eſt ainſi que M. de Morveau nomme l'acide, que l'on obtient en diſtillant les ſubſtances muqueuſes ou ſucrées, telles que la manne, la gomme, le ſucre, le miel, &c. M. Schrickel, qui s'en eſt beaucoup occupé, le prépare de la manière ſuivante. Après avoir mis du ſucre dans une cornue, dont les $\frac{2}{3}$ doivent reſter vuides, il diſtille à ficcité : l'acide qui paſſe en vapeurs blanches, & forme des ſtries graſſes, ſéparé de l'huile qui monte en même-tems, & rectifié ſur de l'argille pure, paſſe clair & perd l'odeur piquante d'amandes grillées, qu'il avoit d'abord. Il ſuffit de l'expoſer enſuite à la gelée pour le concentrer. M. de Morveau l'a rectifié également ſans intermède, & comme il n'eſt guères poſſible de le concentrer par la diſtillation, & que l'on n'a pas toujours à ſa diſpoſition une température aſſez froide, il croit qu'en le combinant avec une baſe, & décompoſant enſuite par l'acide vitriolique, au moyen de la diſtillation, le ſel qu'on en auroit obtenu, on dégageroit l'acide dans toute ſa pureté, & ſuffiſamment concentré.

Cet acide fait une vive effervescence avec les

terres & les alkalis aërés ; il forme avec la chaux & la magnéfie des ſels incryſtalliſables ; il n'eſt pas ſuceptible de prendre lui-même la forme concrète ; il n'a point d'action ſur l'or, l'argent & le mercure ; mais il attaque le *plomb* & forme des cryſtaux allongés très ſtyptiques ; il diſſout *l'étain* en partie, donne des cryſtaux verds avec le *fer*, fournit avec le cuivre une diſſolution verte, & verdâtre avec l'antimoine & le zinc.

La diſſolution de cuivre & celle d'étain, par cet acide, ne ſont pas décompoſées par aucun des acides minéraux, qui décompoſent au contraire celle de plomb.

Il cède le fer à l'acide muriatique, & non aux acides vitriolique & nitreux. Ce dernier ne peut lui enlever l'antimoine, qu'il abandonne aux deux autres. L'acide vitriolique lui enlève le zinc, ce qui n'a pas lieu pour les acides nitreux & marin.

Suivant M de Morveau, l'ordre de ſes affinités eſt comme il ſuit. La potaſſe, la ſoude, la terre peſante, la chaux, la magnéſie, l'alkali volatil, la terre alumineuſe, les chaux métalliques, l'eau & l'eſprit-de-vin.

Ce célèbre Chymiſte penſe que cet acide exiſte

tout formé dans le ſucre, & que c'eſt lui qui en empêche la cryſtalliſation, au lieu de l'acide ſaccharin, comme Bergman le prétendoit; en conſéquence il croit que l'eau de chaux, que l'on emploie dans le raffinage du ſucre, formant un ſel qui ne peut cryſtalliſer, & qui eſt plus déliqueſcent que le ſyrupe de potaſſe, ne peut qu'être nuiſible pour le but que l'on ſe propoſe.

§. LXXV.

L'Acide camphorique.

M. Koſegarten, en diſtillant huit fois de l'acide nitreux blanc ſur du camphre, en a obtenu un acide qui a des propriétés différentes de celle de l'acide ſaccharin; il ne précipite pas la terre peſante diſſoute dans l'acide muriatique; ſaturé de potaſſe il cryſtalliſe en hexagones réguliers, il donne des cryſtaux irréguliers avec la ſoude; avec l'alkali volatil, il forme en partie des maſſes cryſtallines, & en partie des cryſtaux en aiguilles & en priſmes; avec la magnéſie, il donne un ſel blanc pulvérulent, qui ſe rediſſout dans l'eau.

Il diſſout le fer, le cuivre, le biſmuth, l'arſenic, le zinc & le cobalt: la diſſolution de fer donne une poudre jaune inſoluble.

Il donne avec la manganèſe des cryſtaux, dont les plans ſont parallèles, & reſſemblent, en quelque ſorte, aux baſaltes. (*Journ. Phyſ. Tom. XXVII, pag.* 298.)

C'eſt à l'expérience à confirmer ces réſultats, & à démontrer que cet acide fait une ſubſtance *ſui generis*, qui a ſes affinités particulières.

§. LXXVI.

L'Acide lithiaſique.

La découverte d'un acide dans le calcul, eſt encore le fruit des travaux de MM. Schéele & Bergman ; on reconnoît ſon exiſtence, ſoit en faiſant bouillir le calcul dans l'eau, ſoit en le diſtillant, ou en le diſſolvant par l'acide nitreux. 1000 grains d'eau bouillante ſe chargent de deux grains $\frac{6}{100}$ de cet acide, la liqueur filtrée rougit l'infuſion de tourneſol, & dépoſe, en refroidiſſant, la plus grande partie de l'acide, ſous forme de très-petits cryſtaux. Le calcul ſoumis à la diſtillation, donne, outre l'alkali volatil, un ſublimé brun, qui devient blanc ſi on le ſublime de nouveau ; c'eſt l'acide lithiaſique concret : 70 grains de calcul en ont donné 28 grains. La

diſſolution du calcul par l'acide nitreux, donne des ſignes manifeſtes d'un acide libre; elle laiſſe ſur la peau une tache d'un beau rouge. L'acide ſaccharin & le muriate barotique, n'y occaſionnent aucun changement; ſi on y ajoute de l'alkali en ſuffiſante quantité, elle précipite le vitriol martial en noir, celui de cuivre en verd, l'argent en gris, le ſublimé corroſif, le zinc & le plomb en blanc. L'eau de chaux y occaſionne un précipité blanc, ſoluble dans les acides nitreux & marin, ſans effervescence, & la liqueur indique toujours un açide libre, &c. (Voy. *Mém. de Chymie de Schéele, Edit. Franç., Tome I, page* 204).*

L'açide du calcul s'unit aux terres, aux alkalis & aux chaux métalliques; il paroît préférer les alkalis aux terres, il cède ces baſes aux plus foibles acides végétaux, même à l'acide méphitique. Il reſte beaucoup d'expériences à faire, non-ſeulement pour connoître complettement ſes affinités, & même pour s'aſſurer s'il ne ſeroit pas une modification d'un autre acide.

§. LXXVII.

L'Acide bombycin.

On savoit déjà que plusieurs chenilles, & d'autres insectes, contenoient une liqueur acide. M. Chaussiet a donné la manière d'obtenir celui du ver à soie. (*Mém. de Dijon* 1782, 2^me^ *semestre.*) Il suffit d'écraser des crysalides fraîches, de verser de l'esprit-de-vin sur le suc jaunâtre que l'on en retire, de filtrer ensuite la liqueur, & d'y verser peu-à-peu de nouvel esprit-de-vin, jusqu'à ce qu'il n'occasionne plus de précipité; la liqueur qui surnage, sera l'acide tenu en dissolution dans l'esprit-de-vin. On peut aussi faire infuser simplement les crysalides dans l'esprit-de-vin, il s'empare alors de tout l'acide; on fait ensuite évaporer l'esprit-de-vin, & l'on obtient un acide très-pur, qui, rapproché par l'évaporation à l'air, & débarrassé des parties muqueuses par des filtrations répétées, n'est plus susceptible de s'altérer.

Il rougit fortement le papier bleu, fait effervescence avec les alkalis, s'unit aux terres, attaque

les métaux ; mais l'ordre de ſes attractions électives n'eſt pas connu.

M. Chauſſier a également obtenu un acide des ſauterelles, des mille-pieds, de la punaiſe rouge, du ver luiſant, & de quelqu'autres inſectes, en les traitant de la même manière que le ver à ſoie. Ces acides ſont encore moins connus que l'acide bombycin ; on ne ſait pas même s'ils en diffèrent.

§. LXXVIII.

L'Acide molybdique.

M. Schéele, à qui nous devons l'analyſe de la molybdène, a fait voir qu'elle étoit compoſée de ſoufre, & d'une ſubſtance métallique ſuſceptible de prendre le caractère acide ; il a donné en même tems pluſieurs procédés pour l'obtenir ; nous allons indiquer le plus commode.

On diſtille à ſiccité, dans une cornue de verre capable de contenir le double de matière, deux onces de mine de molybdène en poudre, avec 10 onces d'acide nitreux étendu d'eau ; on répète trois ou quatre fois la même opération ſur le réſidu, en employant à chaque fois 10 onces de

nouvel acide nitreux. Les vapeurs de gas nitreux ſont moins vives & moins abondantes, & la couleur du réſidu s'affoiblit de plus en plus; à la fin il eſt blanc comme de la craie. C'eſt l'acide molybdique concret qu'il faut laver avec une ſuffiſante quantité d'eau diſtillée froide, pour enlever tout l'acide étranger; le réſidu ſéché enſuite doucement, pèſe environ une once vingt-quatre grains.

L'acide molybdique concret a une ſaveur métallique légèrement acide; ſuivant Bergman, ſa peſanteur ſpécifique eſt à celle de l'eau diſtillée, comme 3,460 à 1000. Il ne s'altère point à l'air; ſi on le diſtille dans une cornue chauffée juſqu'à ce qu'il commence à fondre, il donne quelquefois un peu d'acide ſulfureux, qui avoit échappé au lavage, & ne ſouffre aucune autre altération; il s'élève en vapeurs blanches, lorſqu'on le chauffe dans un creuſet découvert : diſtillé avec trois parties de ſoufre, il régénère la mine de molybdène, & produit de l'acide ſulfureux.

Une partie de cet acide ſe diſſout dans 570 d'eau à la température moyenne, & ne demande que 480 parties d'eau bouillante. Cette diſſolution rougit la teinture de tournesol, décompoſe la diſſolution de ſavon, précipite les

foies de ſoufre ; elle eſt précipitée par l'alkali Pruſſien & l'acide gallique ; le précipité eſt roux obſcur.

L'acide vitriolique concentré, diſſout cet acide en grande quantité ; la diſſolution devient épaiſſe, & prend, en ſe refroidiſſant, une couleur bleue, qui ſe diſſipe par la chaleur, & reparoît de nouveau par le froid.

Si l'on fait bouillir l'acide marin ſur l'acide molybdique, il en diſſout auſſi une quantité conſidérable ; & lorſque l'on diſtille à ſiccité la diſſolution, l'acide marin paſſe en état déphlogiſtiqué, & le réſidu eſt bleu foncé. Ce réſidu pouſſé au feu, donne des fleurs blanches, & un ſublimé bleuâtre ; ce qui reſte dans la cornue eſt gris. Les fleurs & le ſublimé attirent l'humidité de l'air, & ſe colorent, ſi on les met ſur des métaux.

Cet acide étant peu ſoluble dans l'eau ; M. Schéele imagina qu'il ſe diſſoudroit en plus grande quantité, en y ajoutant un peu d'alkali, & faiſant bouillir le tout ; la diſſolution donna des ſignes manifeſtes d'acidité, & dépoſa, par le refroidiſſement, des petits cryſtaux, qui ne ſe décompoſent point au feu.

La même dissolution fait effervescence avec les terres & les alkalis aërés ; forme avec les alkalis des sels qui cryſtallisent, & des sels peu solubles avec les terres ; elle attaque aussi les métaux.

Elle précipite l'argent, le mercure & le plomb dissous dans l'acide nitreux, de même que le plomb dissous dans l'acide marin.

Elle enlève la terre pesante aux acides nitreux & marin, & donne un sel soluble dans l'eau.

L'acide molybdique décompose le nitre & le sel marin par la voie sèche ; il chasse même une partie de l'acide vitriolique du vitriol de potasse.

Le molybdène détonne avec le nitre, & donne immédiatement le molybde de potasse mêlé de tartre vitriolé. M. Hielm, disciple du célèbre Bergman, & M. Pelletier, sont parvenus à obtenir le régule de la molybdène ; mais on n'a pas encore examiné les propriétés de ce nouveau métal.

§. LXXIX.

L'Acide tungſtique.

L'analyſe de la tungſtène, faite pour la première fois, d'une manière exacte par Schéele, lui découvrit que cette prétendue mine d'étain ou de fer, n'étoit que la combinaiſon d'un acide particulier & de la chaux. Bergman, MM. d'Elhuyar, Angulo & Crell, ont confirmé les réſultats de ce ſavant Chymiſte.

Son procédé, pour dégager cet acide, conſiſte à faire fondre dans un creuſet de fer une partie de tungſtène en poudre, & quatre d'alkali fixe végétal; à diſſoudre la maſſe qui en réſulte, dans douze parties d'eau bouillante; à bien édulcorer la poudre blanche qui reſte, & à verſer deſſus de l'acide nitreux, juſqu'à ce qu'il n'y ait plus d'effervescence. Le réſidu traité de nouveau avec quatre parties d'alkali, lavé, & diſſous enſuite par l'acide nitreux, ne laiſſe qu'un peu de terre quarteuſe.

Dans cette opération, l'alkali s'unit à l'acide; ce compoſé ſe diſſout dans l'eau, & l'acide nitreux enlève la terre calcaire qui a été ſéparée.

L'eau qui a ſervi à diſſoudre & à édulcorer le mélange ſortant du creuſet, ſaturée d'acide nitreux, qui s'empare de l'alkali, laiſſe précipiter l'acide tungſtique ſous forme de poudre blanche.

M. Schéele a également décompoſé la tungſtène par la voie humide; il fit digérer à une forte chaleur trois parties d'eau-forte ordinaire, ſur une partie de cette ſubſtance en poudre; il s'y forma bientôt une poudre jaune, la liqueur fut décantée, & le réſidu bien édulcoré; il verſa deſſus deux parties d'alkali volatil cauſtique, qui en firent diſparoître la couleur jaune, & le diminuèrent ſenſiblement. L'alkali décanté & mis à part, on répéta le même procédé alternativement avec l'acide nitreux & l'alkali, juſqu'à ce que tout fût diſſous, à la réſerve d'un peu de poudre quartzeuſe.

Dans cette opération, l'acide nitreux diſſout la partie calcaire (l'acide marin peut ſervir au même uſage, mais il donne une poudre plus jaune), & l'alkali s'empare de l'acide mis à nud. Pour l'obtenir, il ſuffit de verſer de l'acide nitreux dans les diſſolutions d'alkali volatil: l'acide tungſtique, moins ſoluble que le tungſtique ammoniacal, ſe précipite ſous forme de poudre blanche, qu'il

piter par l'acide nitreux ; mais ils ont exposé ce précipité sous la moufle d'un fourneau de coupelle dans une capsule de verre, pour chasser tout le nitre ammoniacal ; & ils regardent avec raison, la poudre jaune qu'ils ont obtenue par ce moyen, comme le véritable acide tungstique pur.

Dans cet état, il est absolument insipide & insoluble dans l'eau ; sa pesanteur spécifique est de 6,12 ; les acides minéraux n'ont aucune action sur lui ; il se combine avec les alkalis, & les sels qu'il forme sont toujours avec excès d'alkali. Si l'on verse sur ces sels, plus d'acide nitreux qu'il n'en faut pour saturer l'excès d'alkali, on obtient la poudre blanche de MM. Schéele & Bergman, & dont nous venons de voir les propriétés.

Voilà donc un acide qui n'a point de saveur, qui n'agit point sur les couleurs végétales, & qui est insoluble avant d'être combiné avec un alkali. M. de Morveau croit qu'il suit par la voie humide, l'ordre des affinités de l'acide arsenical ; c'est-à-dire, qu'il préfère d'abord la chaux vive, ensuite la terre pesante, la magnésie, la potasse, la soude, l'alkali volatil, la terre d'alun, les substances métalliques, le phlogistique,

phlogiſtique, &c. Par la voie sèche, lephlogiſtique doit occuper le premier rang, & les ſubſtances métalliques doivent l'emporter ſur l'alkali volatil.

Comme l'acide de la tungſtène devient bleu à la lumière, & qu'il prend la même couleur dans l'acide acéteux, ou lorſqu'on le pouſſe au feu dans les vaiſſeaux fermés, & qu'il redevient jaune ſi on le calcine à l'air libre, M. de Morveau penſe qu'il a beaucoup d'affinité avec le principe inflammable : nous verrons dans les Notes, comment les Phyſiciens modernes expliquent ces phénomènes ſans recourir à l'exiſtence du phlogiſtique.

Le tartre, le ſel d'oſeille fourniſſent un acide empyreumatique lorſqu'on les diſtille; mais ces acides n'étant pas ſuffiſamment diſtingués de l'acide ſyrupeux, ne doivent pas encore occuper une place dans la table des affinités. Nous en exclurons également ceux que l'on vient de voir dans le Supplement, dont les attractions ſont peu connues.

NOTES.

§. Premier.

Page 4. Note. Le célèbre M. de Fourcroy (*Leç. Elem. de Chymie, Tome I, Diſc. ſur les affinités.*) a fait une remarque très-judicieuſe ſur les expériences de M. de Morveau; c'eſt que les lames métalliques, qu'on applique ſur le mercure, doivent ſe combiner avec lui par leur ſurface inférieure, & la portion d'amalgame qui ſe forme, étant d'autant plus conſidérable que le métal s'unit plus facilement au mercure, il eſt vraiſemblable que c'eſt cette combinaiſon qui a augmenté la peſanteur de la lame, d'où il ſuit qu'elle demande plus de force pour être enlevée de deſſus la ſurface du mercure, indépendamment de la force d'attraction : d'après cela, on peut ajouter que, dans cette expérience, le tems que la lame reſte poſée ſur le mercure, doit auſſi faire varier les réſultats, & c'eſt à quoi il paroît que M. de Morveau n'a pas fait attention.

§. V.

Page 21. Dans le ſyſtème des Chymiſtes modernes, la précipitation des métaux, les uns par les autres, s'explique également par une affinité double ou triple. Les diſſolutions métalliques ſont regardées comme des ſels triples, abſtraction faite de l'eau, & de la matière de la chaleur qui en font partie; le métal eſt combiné avec le principe oxygène, & cette combinaiſon eſt unie à l'acide, de ſorte qu'en plongeant un régule dans une diſſolution métallique, le métal qui étoit diſſous, reprend ſon éclat métallique, parce qu'il a moins d'affinité avec l'oxygène, & qu'il le cède au métal qu'on vient d'ajouter dans la diſſolution; celui-ci, réduit en chaux par ce moyen, ſe combine à l'acide devenu libre, & forme un nouveau ſel. L'on ſent bien que dans cette opération, l'affinité de l'acide pour telle ou telle chaux métallique, favoriſe le dégagement du principe oxygène, & ſa combinaiſon avec le métal ajouté. Cette explication n'admet ni la perte, ni l'acquiſition du phlogiſtique, & nous verrons par la ſuite ſur quelles raiſons elle eſt appuyée.

Dans l'exemple de la diſtillation du beurre d'antimoine, cité par Bergman, la chaux de

mercure se revivifie à une chaleur très-légère ; parce que le dégagement du principe calcinant, est aidé par l'affinité plus forte du régule d'antimoine pour le même principe, & par celle de l'acide marin pour la chaux d'antimoine.

Il n'est plus nécessaire de recourir à l'existence du phlogistique, pour expliquer pourquoi l'arsenic blanc, distillé avec le sublimé corrosif, ne le décompose pas, tandis que l'orpiment produit cet effet. Dans le premier cas, la chaux d'arsenic se trouve déjà combinée avec l'air vital, & ne doit pas l'enlever à celle de mercure, au lieu que dans le second, il se rencontre du soufre, qui peut exercer son action sur ce principe.

§. VI.

Page 24. Les découvertes de M. Berthollet sur la nature de l'acide marin déphlogistiqué, que nous verrons dans les Notes sur le §. XVII, expliquent la décomposition des sels nitreux par l'acide muriatique, d'une manière moins hypothétique que celle qu'on vient de lire.

Une partie de l'acide muriatique enlève à l'acide nitreux un de ses principes constituans, & devient acide marin déphlogistiqué, qui passe

dans le récipient avec une partie d'acide nitreux non décomposé, mais surchargé de son autre principe. Rien n'empêche alors l'acide marin qui reste, de s'unir à l'alkali privé d'acide nitreux, ou même d'en chasser celui-ci, devenu plus foible en se saturant de gas nitreux.

Page 25 & suiv. La décomposition des sels nitreux par l'arsenic blanc, qui n'a point d'actions sur les sels muriatiques, ne souffre pas plus de difficulté : cette chaux métallique est susceptible de se charger d'une plus grande quantité de principe acidifiant ; elle l'enlève à l'acide nitreux qui le cède aisément, & qui devient plus volatil, à mesure qu'il en perd une partie.

La fixité de l'alkali & celle de l'acide arsenical, concourent à augmenter leurs affinités, & contribuent à la décomposition de l'acide nitreux. Il n'en est pas ainsi de l'acide marin ; il tient si fortement au principe oxygène, qu'on ne connoît encore aucun moyen pour le décomposer.

Pag 26 & suiv. Quelque ingénieuse que soit l'explication des Stahliens, il paroît que les phénomènes que présente le fer dans sa combinaison avec l'acide vitriolique, peuvent s'entendre aussi

clairement dans la théorie pneumatique. Le gaz inflammable qui s'échappe, provient de l'eau qui ſert à affoiblir l'acide vitriolique; l'air vital, autre principe de l'eau, calcine le fer, & l'acide vitriolique le diſſout. Si cette diſſolution eſt expoſée à l'air libre, le fer s'empare d'une plus grande quantité d'air vital, & ſon affinité avec l'acide vitriolique, s'affoiblit à meſure, de ſorte qu'il ſe dépoſe ſous forme d'ocre. L'ébullition accélère ce changement, ſoit que la chaleur diminue l'adhérence de l'acide à la chaux métallique, & qu'elle favoriſe l'union de celle-ci avec une plus grande doſe de principe oxygène, ſoit qu'elle tende à décompoſer l'eau, ou du moins à en dégager l'air qui y eſt combiné & qui s'unit à la chaux de fer.

Page 19 *& ſuiv.* Il eſt facile de rendre raiſon de la décompoſition du vitriol de Mars par le cuivre, & des circonſtances qui la déterminent. M. Lavoiſier a fait voir que le cuivre prend, en ſe calcinant dans les acides, 36 liv. de principe oxygène par quintal; au lieu que le fer n'en prend que 27, lorſqu'il n'eſt calciné qu'au point d'être en état d'éthiops, tel qu'il ſe trouve dans le vitriol martial; & qu'il en prend au contraire 37 s'il eſt réduit à l'état d'ocre; & c'eſt dans ce cas-là ſeulement que la décompoſition par le cuivre a lieu,

puiſqu'il faut que la diſſolution du vitriol de fer ſoit *déphlogiſtiquée juſqu'à un certain point*. Cela poſé, il eſt aiſé de comprendre que le cuivre ne trouvant point aſſez de principe oxygène dans la chaux de fer du vitriol martial, reſtera inſoluble dans l'acide vitriolique, & qu'il s'y diſſoudra au contraire dès que le fer ſera calciné au point de contenir la quantité d'air vital néceſſaire pour réduire le cuivre en chaux. L'acide vitriolique doit, dans ce cas, préférer le cuivre, parce que le fer trop calciné eſt devenu preſque inſoluble, & que le cuivre, ne s'emparant que de la quantité d'air vital néceſſaire, conſerve toute ſon affinité avec ce menſtrue.

L'acide vitriolique, qui attaque difficilement le cuivre, le diſſout très-facilement dans cette expérience; c'eſt que le cuivre trouve dans la chaux de fer l'air vital qui le calcine, au lieu que ne pouvant décompoſer l'eau, il ne peut ſe calciner dans l'acide vitriolique affoibli, & qu'il ne s'y diſſout, lorſque celui-ci eſt concentré, qu'à l'aide de la chaleur, & en le décompoſant.

§. VIII.

Page 38 *& ſuiv.* M. Quatremere Dijonval annonce, qu'en mêlant enſemble les diſſolutions

saturées de nitre calcaire & de nitre de magnésie, celui-ci se précipite sous forme cristalline & sans être aucunement décomposé ; il en dit autant du vitriol ammoniacal & du vitriol de magnésie, du muriate de potasse, & de celui de magnésie. Dans tous ces cas, les sels magnésiens se précipitent sans se décomposer, parce qu'ils ont, suivant lui, beaucoup de disposition à cristalliser, & que les autres sels leur enlèvent l'eau de cristallisation. Ces faits sont bien différens de celui que vient de citer Bergman, & leur explication est très-difficile à entendre. Il est probable que M. Dijonval ne les a pas mieux observés qu'un autre qu'il rapporte, & qui est contraire à l'expérience : il assure que la dissolution de nitre calcaire, précipite le vitriol de potasse, tandis que le précipité, qui a lieu dans ce cas, n'est que du vitriol calcaire.

§. XI.

Page 43 *& suiv.* M. Cornette (*Mém. de l'Acad. des Sciences*, 1778) est revenu sur l'expérience de M. de Baumé, & il a prétendu avoir décomposé entièrement par l'acide marin, le tartre vitriolé & le sel de glauber ; d'où il a conclu qu'il y avoit dans ce cas affinité réciproque. Mais ses expériences ont été répétées avec soin par M. Ber-

thollet, qui a prouvé d'une manière évidente, 1°. que l'acide marin, après avoir bouilli ſur du ſel de glauber, en décompoſoit une partie; mais que le réſidu étoit du ſel de glauber avec excès d'acide; 2°. qu'en diſtillant un mélange de ſel de glauber & d'acide muriatique, celui-ci paſſoit ſeul ſans le moindre atome d'acide vitriolique; 3°. que le tartre vitriolé, pouſſé au feu dans une cornue avec de l'acide vitriolique, & même tenu rouge pendant quelque tems, conſervoit une augmentation de poids conſidérable, & que ſi on le diſtilloit alors avec du ſel fébrifuge, l'excès d'acide qu'il avoit retenu décompoſoit ce dernier ſel, & en dégageoit l'acide marin; il a conclu de tous ces faits que l'explication de Bergman reſtoit dans ſon entier, & que M. Cornette avoit été induit en erreur, parce qu'il avoit négligé l'eau-mère, qui contenoit le ſel vitriolique avec excès d'acide.

Quant aux ſels ammoniacaux, quoique l'acide vitriolique ne décompoſe pas en entier le ſel ammoniac, & qu'une partie ſe ſublime, ce n'eſt pas une raiſon de nier l'affinité ſupérieure de cet acide, ni d'admettre encore une décompoſition réciproque. La différence de volatilité de ces trois ſubſtances, ſuffit pour rendre raiſon de tous les phénomènes qu'elles préſentent, ſans en conclure

avec M. Cornette, que la combinaiſon de l'alkali volatil eſt moins intime avec l'acide vitriolique qu'avec l'acide marin.

Nous avons vu ci-devant, de quelle manière on doit rendre raiſon de la décompoſition des ſels nitreux par l'acide marin; nous ajouterons ſeulement avec M. Berthollet, que ſi l'on met un métal dans un mélange de nitre & de ſel marin, il doit favoriſer la décompoſition du nitre, par l'affinité qu'il exerce ſur l'air vital de l'acide nitreux, au moyen duquel il ſe réduit en chaux, pour ſe diſſoudre enſuite dans l'acide muriatique qui tend à s'en emparer.

M. Kirwan a donné une explication toute différente des mêmes phénomènes; il ſuppoſe que les trois acides minéraux ont une égale affinité avec l'alkali fixe; & que, lorſque l'un d'eux décompoſe la combinaiſon de l'un ou de l'autre avec l'alkali, la chaleur ſpécifique du premier paſſe dans celui qui doit ſe dégager, & lui donne un degré de raréfaction capable de le chaſſer de ſa baſe; mais outre que la première ſuppoſition eſt bien loin d'être admiſe par tous les Chymiſtes, M. Berthollet remarque, 1°. que le moyen employé par M. Kirwan, pour déterminer les capacités de chaleur des trois acides minéraux, &

qui consiste à mesurer celle qui devient libre, lorsqu'on mêle la même quantité d'acide réel avec une dissolution alkaline, prouveroit plutôt le différent degré d'affinité des acides avec l'alkali, que leur différente chaleur spécifique; car l'on conçoit que si l'affinité est plus forte, la combinaison est plus intime, & par conséquent le resserrement des molécules plus considérable; il doit donc se dégager une plus grande quantité de chaleur; qui provient, peut-être, autant de la dissolution alkaline que de l'acide employé.

2°. Que M. Kirwan a négligé de tenir compte de la force avec laquelle l'alkali tend à se combiner avec un excès déterminé d'acide vitriolique, & qu'il n'a pas fait attention à la production de l'acide marin déphlogistiqué, lorsqu'il a décomposé les sels nitreux par l'acide muriatique; deux considérations cependant, qui suffisent pour rendre raison des phénomènes.

3°. Qu'en se servant des métaux, pour s'assurer de la décomposition des sels, il auroit dû voir que l'affinité du métal, pour l'acide qui est en combinaison, doit concourir avec celle de l'acide qui tend à faire quitter prise au premier. M. Berthollet cite plusieurs faits qui prouvent, que l'affinité d'un principe détermine souvent la combi-

naiſon de deux autres, qui n'auroient qu'une action très-foible ſans ſon ſecours. C'eſt ainſi par exemple, que le cuivre ſe calcine très-lentement à l'air, & qu'il ſe réduit promptement en chaux pour ſe combiner au vinaigre, qui, à ſon tour, n'a point d'action ſur lui ſans le contact de l'air, & qui le calcine facilement à froid, tandis qu'il ne l'attaque pas à une température trop élevée.

La chaleur dans ce cas s'oppoſe à la combinaiſon, par l'expanſibilité qu'elle donne à l'acide, & peut-être, parce qu'elle empêche la liqueur d'abſorber de l'atmoſphère, la quantité d'air vital néceſſaire pour la calcination du cuivre. Il en eſt de même de l'alkali volatil à l'égard du cuivre, & des autres combinaiſons des acides avec les métaux qui, étant incapables de décompoſer l'eau ou l'acide, pour ſe réduire en chaux, ne ſe diſſolvent qu'à la faveur de l'air vital qu'ils abſorbent de l'atmoſphère.

Enfin, diſons avec M. de Morveau, qu'il eſt difficile de comprendre ce qui détermine la matière de la chaleur miſe en liberté, à s'unir à l'acide nitreux, quand on décompoſe le nitre, & à l'acide vitriolique, dans la décompoſition du vitriol de potaſſe. En effet, il paroît que le mélange une fois fait, quelle que ſoit la quantité des acides,

& celle de matière de chaleur, que l'un & l'autre exige pour être réduit en gas, l'effet ſera toujours déterminé par l'affinité plus forte de l'un des acides avec la matière de la chaleur; il ſera donc toujours le même, à moins qu'il ne ſurvienne une autre force qui le faſſe varier. Ce n'eſt pas cependant ce qui arrive dans les expériences dont il eſt ici queſtion.

§. XII.

Page 62 & ſuiv. Les expériences ingénieuſes de M. Lavoiſier, ſur la combuſtion du ſoufre, du phoſphore, du charbon, ſur la formation de l'acide nitreux, par le mélange du gas nitreux & de l'air vital, celles des autres Chymiſtes qui ſe ſont occupés du même objet, ont prouvé ſi évidemment, que l'air vital entre comme partie conſtituante dans les acides, après avoir perdu une partie du principe de la chaleur qui lui donnoit la forme élaſtique, qu'il n'eſt pas néceſſaire d'en réunir ici les preuves qui ſont connues de tout le monde. On a porté une telle préciſion dans ces recherches, qu'on eſt parvenu à calculer la quantité de principe acidifiant que ces différentes ſubſtances abſorbent, pour prendre l'état acide; il en eſt réſulté en général, que l'augmentation de poids que prennent le ſoufre & le phoſphore, &c.

en devenant acides, correſpond exactement au poids de l'air qui s'eſt fixé dans l'acte de leur combuſtion.

L'on vient de voir de quelle manière Bergman a expliqué ces faits, d'après le ſyſtême de Schéele, qui ſuppoſe, comme on le verra dans l'article de la chaleur, du phlogiſtique, &c. que l'air vital, en s'uniſſant au phlogiſtique, devient matière de chaleur, & que celle-ci, en ſe fixant dans l'acide vitriolique, par exemple, produit l'augmentation de poids que le ſoufre acquiert en brûlant.

Dans l'un & l'autre ſyſtême, l'air vital ſe fixe également dans l'acide; il n'eſt donc plus queſtion que de ſavoir s'il ſe combine auparavant avec le phlogiſtique, pour devenir matière de chaleur; ou ſimplement s'il perd le principe de ſon élaſticité pour s'unir au ſoufre, qui, de ſon côté, ne contient & ne perd point le principe inflammable que lui a ſuppoſé Stalh.

Si l'on prétend avec Bergman, qu'une portion de chaleur ſpécifique ſe fixe dans l'acide vitriolique, ou l'acide phoſphorique pendant la combuſtion, on eſt forcé de convenir auſſi, qu'une portion très-conſidérable s'échappe à travers les

pores des vaiſſeaux ; il eſt poſſible même de la retenir, & d'en meſurer la quantité par le poids de glace qu'elle peut fondre. C'eſt ainſi qu'une once de phoſphore fait fondre en brûlant, 6 liv. 4 onces 48 grains de glace (*Mém. de MM. de la Place & Lavoiſier, ſur la chaleur*, 1780.) Il s'enſuit néceſſairement, qu'en opérant la combuſtion du ſouffre & du phoſphore dans des vaiſſeaux ſcellés hermétiquement, on devroit obſerver une diminution de poids, à meſure que la chaleur s'échappe, & ſe met en équilibre dans les corps environnans. Or, l'expérience faite par M. Lavoiſier, dément cette conſéquence ; puiſque 6 grains de phoſphore, brûlés par le moyen d'une lentille dans un flacon de cryſtal très-fort, & bouché très-exactement, n'ont rien perdu de leur poids, par conſéquent la chaleur qui ſe dégage n'a pas une peſanteur ſenſible.

D'un autre côté, 92 grains de phoſphore en brûlant, peuvent fondre juſte une livre de glace, de ſorte que la différence de chaleur qui ſe trouve entre une livre de glace à zéro du thermomètre, & une livre d'eau à zéro, eſt exactement égale à celle qui devient libre pendant la combuſtion de 92 grains de phoſphore ; d'où il ſuit évidemment, que ſi la chaleur avoit une peſanteur appréciable, en faiſant geler une livre d'eau à zéro dans

un vaſe ſcellé hermétiquement, on devroit obtenir une diminution de poids égale à celle qu'on éprouveroit, en brûlant 92 de phoſphore ; or, l'expérience répétée pluſieurs fois, ſur une livre d'eau renfermée dans un matras très-mince, a conſtamment donné le même poids, ſoit que l'eau fût réduite en glace, ſoit qu'elle fût redevenue fluide (La balance, dont M. Lavoiſier s'eſt ſervi, trébuchoit très-ſenſiblement à un dixième de grain). On peut en conclure, que la quantité de chaleur, dégagée d'une livre d'eau à zéro qui ſe réduit en glace, ou de 92 grains de phoſphore qui brûlent, ne pèſe pas un dixième de grain.

Mais, dira-t-on, il eſt poſſible que la quantité de chaleur qui ſe fixe pendant la combuſtion, ſoit beaucoup plus conſidérable que celle qui devient libre : cette ſuppoſition ne ſeroit pas plus probable ; car, comme 92 grains de phoſphore acquièrent en brûlant une augmentation de poids de 134 grains $\frac{1}{6}$, en ſuppoſant que le poids de la chaleur qui s'échappe ſoit d'un dixième de grain, il faudroit que celle qui reſte dans l'acide fût 1342 fois plus conſidérable. Cependant, les expériences de M. Crawford, celles de M. Wilke, de MM. de la Place & Lavoiſier, prouvent que la quantité

quantité de chaleur, qui ſe fixe dans les acides, loin d'être plus conſidérable, eſt au contraire beaucoup moindre que celle qui ſe dégage dans l'acte de la combuſtion. Concluons donc avec M. Lavoiſier que la quantité de chaleur, qui devient libre pendant la combuſtion de 92 grains de phoſphore, quelque conſidérable qu'elle nous paroiſſe, n'a point de peſanteur ſenſible, ou du moins ne pèſe pas $\frac{1}{10}$ de grain; par conſéquent que le principe de la chaleur n'eſt pas compoſé de phlogiſtique & d'air vital; puiſqu'un corps peſant comme l'air vital, ne peut pas entrer dans la compoſition d'une ſubſtance qui ne pèſe pas; & enfin que l'augmentation de près de cent cinquante par quintal, que prend le phoſphore en devenant acide, celle qu'acquiert le ſoufre, ainſi que pluſieurs autres corps, ne peut s'expliquer par la fixation de la chaleur, à moins d'admettre des ſuppoſitions évidemment démenties par les faits; tandis qu'elle s'explique de la manière la plus claire, ſi l'on ſuppoſe que tous ces corps en brûlant, s'emparent de la baſe de l'air vital, dont la diminution correſpond exactement en poids, à l'augmentation qu'ils acquièrent, & que la matière de la chaleur, qui exiſte en extrême abondance dans l'air vital, devenue libre par la nouvelle combinaiſon que ſa baſe a ſubie, ſe répand dans les corps environnans.

M. de Morveau admet à la vérité l'explication de M. Lavoiſier ſur la formation de l'acide vitriolique; mais il ſuppoſe qu'à meſure que l'air vital ſe combine avec un des principes du ſoufre, le phlogiſtique s'en dégage ſous forme de lumière & de chaleur, & il apporte en preuves les raiſons ſuivantes. 1°. L'air vital n'agit ſur le ſoufre qu'à la faveur de la chaleur de l'incandeſcence, & cette chaleur augmentant la volatilité du phlogiſtique, & diminuant ſon adhérence à la partie fixe du ſoufre, détermine un concours de forces divellentes, puiſque le même effet s'opère ſans chaleur, dès qu'il ſe rencontre une autre ſubſtance qui exerce une force quelconque ſur le phlogiſtique, par exemple la manganèſe & l'acide marin déphlogiſtiqué, qui convertiſſent le ſoufre en acide vitriolique.

2°. Si le ſoufre entroit tout entier dans l'acide vitriolique, il en ſeroit de même à l'égard du phoſphore; cependant l'acide phoſphorique expoſé au feu dans un creuſet de platine, laiſſe un verre qui n'eſt plus ni acide ni phoſphore; il lui manque donc de l'air vital pour devenir acide, & le principe inflammable, que peut lui rendre le charbon, pour reprendre l'état de phoſphore.

3°. Si le ſoufre ne ſe décompoſe pas en devenant acide, il ne devroit pas détonner avec le nitre, mais ſeulement lui enlever tranquillement la quantité d'air vital qui lui eſt néceſſaire ; car toute affinité ſimple ne dégage d'un compoſé que ce qu'elle peut auſſi-tôt enchaîner dans un autre ; puiſque c'eſt la tendance à cette nouvelle combinaiſon qui eſt cauſe de l'action qui ſe produit alors. Ainſi comme il y a dans cette détonnation dégagement ſubit d'une quantité conſidérable de fluide aëriforme, il faut qu'il y ait dans le ſoufre un autre principe qui décide ce dégagement.

4°. L'acide nitreux ou l'acide marin déphlogiſtiqué, verſés ſur les eaux hépatiques, en précipitent du ſoufre ; ce qui ne devroit pas avoir lieu, ſi ces acides agiſſent ſur le ſoufre par l'affinité de leur air vital avec cette ſubſtance combuſtible ; ils devroient produire de l'acide vitriolique.

5°. M. Prieſtley a fait du ſoufre, en portant le foyer de la lentille ſur de l'acide vitriolique mis en contact avec le gas inflammable ; il a fait de l'hépar, lorſqu'il a placé du vitriol de potaſſe dans le même appareil. Voilà donc le principe inflammable libre, qui régénère le ſoufre en ſe

combinant avec l'acide vitriolique, de la même manière que lorſqu'il eſt uni au charbon, aux terres métalliques, &c.

6°. Si l'acide vitriolique étoit un compoſé d'air vital & de ſoufre, on devroit produire l'acide ſulfureux même à froid, en mettant en contact le ſoufre & l'acide vitriolique; parce que l'acide ſulfureux paroît n'être que de l'acide vitriolique où le ſoufre ſe trouve en excès; or, c'eſt ce qui n'arrive pas; donc, &c.

Nous verrons dans la ſuite de ces Notes, la plupart des raiſons contre l'exiſtence du phlogiſtique; nous allons ſeulement tâcher d'expliquer les faits que M. de Morveau allegue pour la prouver dans le ſouffre.

M. Berthollet a répondu d'une manière ſatisfaiſante à la première objection. Voyez Notes ſur le §. XVII. Quant à la ſeconde, on peut conſidérer le verre phoſphorique comme une combinaiſon neutre du phoſphore & d'air vital; rendez-lui de ce dernier principe, vous aurez l'acide phoſphorique; enlevez-le au contraire par le moyen du charbon, & le phoſphore reparoîtra.

Il n'eſt pas ſurprenant que le nitre détonne avec le ſoufre, parce que par la chaleur ſeule, il

produit, comme l'on ſait, une grande quantité de fluide élaſtique ; ſi cette décompoſition eſt aidée par l'affinité du ſoufre avec l'air vital, elle doit être plus rapide ; & quoique le ſoufre ſeroit en quantité ſuffiſante pour abſorber ce fluide en entier, il y auroit toujours le dégagement de la moſette, autre fluide élaſtique qui entre dans la compoſition de l'acide nitreux, & qui ne trouve dans cette opération, aucune ſubſtance pour ſe combiner. L'on peut auſſi ſuppoſer que l'acide nitreux ſe réſout en air vital & en gas nitreux ; celui-ci doit également ſe dégager & produire la détonnation.

Si le gas hépatique n'eſt qu'une diſſolution de ſoufre par le gas inflammable, comme nous le verrons par la ſuite, il eſt tout ſimple qu'à meſure que l'air vital ſe combine avec ce diſſolvant pour former de l'eau, le ſoufre ſe précipite.

Les expériences de Prieſtley, examinées plus attentivement, prouveront que le gas inflammable n'a pas formé du ſoufre en ſe combinant avec l'acide vitriolique ; mais qu'il a formé de l'eau en lui enlevant ſon air vital, & le ſoufre eſt reſté tel qu'il étoit avant ſa combinaiſon avec le principe oxygène.

Enfin, nous verrons dans le Paragraphe ſuivant, que l'acide ſulfureux n'eſt pas une diſſolution de ſoufre par l'acide vitrioliqne ; & par conſéquent l'objection fondée ſur cette ſuppoſition tombe d'elle-même.

Page 65. 6.] M. Kirwan croit que l'alkali volatil, doit paſſer avant la magnéſie, & que leurs affinités, pour l'acide vitriolique, ſont entre elles comme 80 : 75, & il penſe que la différence de ſes réſultats avec ceux de Bergman, vient de la propriété des ſels neutres ammoniacaux, de s'unir à d'autres ſubſtances ſans décompoſition.

M. de Fourcroy a la même opinion ; & puiſque la magnéſie ne décompoſe pas les ſels ammoniacaux à la diſtillation, il penſe qu'on doit placer l'alkali volatil avant la magnéſie.

Pag. 67. 9—23.] On a cru juſqu'à préſent, que l'acide vitriolique avoit plus d'affinité avec les alkalis qu'avec les chaux métalliques ; cependant M. Bayen a fait voir que le vitriol de plomb ne pouvoit être privé, même par les alkalis cauſtiques, que de la moitié de ſon acide, & qu'ils ne décompoſoient de même qu'à moitié le vitriol mercuriel (*Journal. de Phyſiq. Tom. VI, pag.* 493), & ſi les alkalis occaſionnent un précipité

dans les diſſolutions des vitriols métalliques, c'eſt, ſuivant M. Kirwan, parce que les alkalis s'emparent de l'excès d'acide néceſſaire à la diſſolution métallique.

Page 72. 38.] La décompoſition des ſels vitrioliques, par les ſubſtances inflammables, n'eſt plus regardée comme une combinaiſon du phlogiſtique avec leur acide; le charbon, quelques ſubſtances métalliques, telles que le zinc, l'étain, le fer, l'antimoine, forment de véritables hépars, en les traitant au feu avec le vitriol de potaſſe: toutes ces ſubſtances ayant plus d'affinité avec le principe oxygène que le ſoufre, le lui enlèvent; le ſoufre devenu libre ſe combine avec l'alkali, & l'hépar attaque à ſon tour les ſubſtances métalliques réduites en chaux par l'air vital qu'elles ont pris au ſoufre. Conformément à cette explication, le phlogiſtique ſera retranché dans la Table des affinités, que nous donnerons après celle de Bergman.

Ibid. 32.] Le Traducteur Anglois de la Diſſertation de Bergman ſur les affinités, a placé la terre peſante après les alkalis fixes, parce que M. Wiegleb (*Crell's Nevert Entdeck, Th.* 11, *p.* 14, 1783), annonce qu'il a décompoſé le ſpath peſant, en l'expoſant au feu dans un creuſet avec

du ſel de tartre ; il ajoute même que ce procédé eſt plus facile que celui de Schéele & de Bergman. Le Docteur Withering a obtenu le même réſultat (*Philoſ. Tr. Vol.* 74, *p.* 304, 1784) ; mais l'effervescence que M. Wiegleb a remarquée, prouve que cette décompoſition n'a lieu que par une double affinité. L'acide méphitique ſe combine à la terre peſante, tandis que l'acide vitriolique s'unit à l'alkali.

§. XIII.

Page 74.] Les circonſtances de la formation de l'acide ſulfureux, ſa manière de ſe comporter avec les ſubſtances qui peuvent lui fournir le principe oxygène, & qui le réduiſent en acide vitriolique, comme ſont par exemple l'acide marin déphlogiſtiqué, l'acide nitreux, la chaux noire de manganèſe ; les phénomènes qui accompagnent cette réduction qui a lieu à l'air libre, ou même dans un tube ſcellé hermétiquement & expoſé à la chaleur, le ſoufre qu'il dépoſe dans cette derniere circonſtance, ou rien ne peut lui fournir l'air vital qui lui manque, celui qu'on retrouve dans le ſel ſulfureux de Stahl, dans les diſſolutions métalliques par l'acide ſulfureux ; tous ces faits réunis ont démontré aux Chymiſtes modernes, entre autres à M. Berthollet, qui s'eſt occupé de cet acide, & qui a bien voulu me

faire part de ſes réſultats, que l'acide ſulfureux n'eſt que du ſoufre tenu en diſſolution par une quantité d'air vital, inſuffiſante pour le rendre acide vitriolique, mais qui retient encore aſſez du principe de la chaleur, pour conſerver la forme élaſtique. Cette théorie rend raiſon de tous les phénomènes de l'acide ſulfureux; on l'obtient en brûlant le ſoufre lentement, au lieu que ſi la combuſtion eſt rapide & le dégagement de chaleur conſidérable, l'odeur ſulfureuſe diſparoît, & le produit de la combuſtion eſt de l'acide vitriolique. De même pour réduire celui-ci en acide ſulfureux, il faut lui préſenter un corps capable de lui enlever une portion de ſon air vital, & appliquer en même-tems une chaleur ſuffiſante, pour rendre la forme élaſtique à la portion du même principe qui reſte combinée avec le ſoufre. En chauffant l'acide ſulfureux dans un tube fermé hermétiquement, on fait ſimplement ſubir à l'air vital la température qui lui a manqué, pour perdre le principe de l'élaſticité dans la formation de l'acide ſulfureux, & le ſoufre qui ſe dépoſe, eſt la partie ſurabondante, qui ſe trouve libre dès que l'air vital s'eſt combiné plus intimement au reſte, pour former l'acide vitriolique, &c.

On voit par-là, qu'il ne ſuffiroit pas de mêler au gas ſulfureux, la quantité préciſe d'air vital

qui lui manque, pour le convertir en acide vitriolique ; il faut de plus faire perdre à ce fluide la chaleur combinée, qui empêche son action sur le gas sulfureux, & qui s'oppose même à la combinaison intime de la portion d'air vital qui tient le soufre en dissolution ; mais si le gas sulfureux s'unit à l'eau, il perd nécessairement une partie de sa chaleur spécifique, il en perd encore en s'unissant avec l'alkali ; de sorte que dans le sel sulfureux de Stahl, l'acide sulfureux paroît plus près de l'état d'acide vitriolique que lorsqu'il est sous forme gaseuse, aussi ce sel se change à la longue en tartre vitriolé. Ici l'affinité de l'alkali pour l'acide vitriolique, doit concourir à la combinaison plus intime du soufre avec le principe oxygène, & à l'absorption de la quantité de ce même principe, qui est nécessaire pour réduire tout le soufre surabondant en acide vitriolique. Ne pourroit-on pas présumer, que la portion d'air vital qui se trouve dans l'acide sulfureux, se combine d'abord plus intimement avec une partie du soufre, tandis que le reste du soufre forme un hépar qui se décompose à son tour ? Si cette conjecture étoit vraie, il devroit y avoir un instant, où l'on pourroit dégager du gas hépatique, en décomposant le sel sulfureux de Stahl par un acide.

La théorie semble indiquer, que quand l'acide

ſulfureux ſe combine avec les métaux qui peuvent décompoſer l'eau, il peut y avoir production de gas inflammable, ſans que l'on ſoit obligé de ſuppoſer, que ſi M. Prieſtley en a obtenu, c'eſt parce qu'il employoit de l'acide ſulfureux, mêlé d'acide vitriolique; cependant il peut ſe faire qu'il ne s'en produiſe point; il ſuffit qu'il y ait un aſſez grand dégagement de chaleur, à meſure que le métal ſe combine à l'air vital de l'acide ſulfureux, pour qu'une partie redevienne acide vitriolique, & s'uniſſe à la chaux métallique, tandis que l'excès de ſoufre ſe porteroit ſur le reſte du métal, ou ſur ſa chaux.

C'eſt à l'expérience à décider tous ces faits, de même que tout ce qui concerne les affinités de cet acide.

Le gas ſulfureux peut s'unir aſſez intimement avec l'acide vitriolique, & lui donner la propriété de s'exhaler en vapeurs blanches. Si on le diſtille alors, on peut en obtenir un acide vitriolique concret & fumant, connu ſous le nom d'huile de vitriol glaciale. M. de Morveau croit que cet acide n'eſt que l'acide vitriolique ordinaire, privé de l'eau ſurabondante à ſon état ſalin. Mais M. de Fourcroy a préſenté à l'Académie un Mémoire, dans lequel il prouve

que la propriété fumante de l'huile de vitriol de Northauſen, dépend du gas ſulfureux qu'elle contient en grande quantité, & qu'elle perd cette propriété, ſoit par ſon mélange avec l'eau qui en chaſſe le gas ſulfureux, ſoit par ſon expoſition à l'air ; enfin que l'acide concret & fumant eſt la combinaiſon ſaturée d'huile de vitriol & de gas ſulfureux.

La nature du gas ſulfureux étant une fois bien connue, il ſuffit d'examiner dans quelles circonſtances l'on produit l'huile de vitriol glaciale, pour ſe convaincre de la juſteſſe de l'explication que M. de Fourcroy a donnée de cette propriété. En effet, il faut pour l'obtenir, calciner le vitriol au rouge; cette calcination ſe fait en partie aux dépens d'une portion d'air vital de l'acide vitriolique ; enſuite pendant l'opération, il faut donner un coup de feu très-violent, & il ſe dégage une grande quantité d'air vital, deſorte qu'il n'en reſte pas aſſez pour ſaturer complettement tout le ſoufre de l'acide vitriolique, & qu'une partie de cette ſubſtance reſte combinée avec de l'air vital, auquel on a reſtitué une portion de chaleur, capable de lui donner l'élaſticité.

L'acide vitriolique abſorbe auſſi le gas nitreux, & donne des cryſtaux blancs qui fument à l'air &

donnent des vapeurs rouges. Cet acide concret ſe diſſout dans l'eau avec effervescence ; ſi on chauffe la diſſolution, il s'en dégage une grande quantité de gas nitreux, & l'acide vitriolique n'a plus la propriété de cryſtalliſer. Cet acide a été nommé par quelques Chymiſtes, acide nitreux glacial, parce qu'on l'avoit obtenu en décompoſant le nitre par le moyen du vitriol calciné ; mais les expériences de M. Prieſtley ont démontré que c'étoit ſimplement de l'acide vitriolique ſaturé de gas nitreux. Au reſte, cet acide n'a pas encore été ſuffiſamment examiné, pour qu'on puiſſe indiquer la cauſe de ſes propriétés, qui, d'ailleurs, ne ſont pas aſſez connues.

M. Creſſ vient d'annoncer dans une lettre écrite au célebre M. d'Arcet (*Journ. Phyſ. Octob.* 1785), que l'acide vitriolique diſtillé ſur la manganèſe, devenoit capable de diſſoudre l'or, l'argent & le mercure avec facilité ; ſi le fait eſt vrai, il eſt facile d'en rendre raiſon. L'acide vitriolique s'empare d'une portion de principe oxygène, qu'il enlève à la manganèſe, comme nous le verrons à l'article de l'acide marin déplogiſtiqué ; il peut donc calciner les métaux, qui étoient incapables de décompoſer l'eau ou l'acide vitriolique lui-même pour ſe réduire en chaux, & qui, conſéquemment, devoient être inſolubles dans ce menſtrue.

Enfin pour terminer cet article déjà très-étendu, nous ajouterons que l'acide vitriolique abſorbe l'acide méphitique, qu'il s'unit à l'acide nitreux & à l'acide marin, & que ces mélanges ont des propriétés particulières ; car le mélange d'acide nitreux & d'acide vitriolique concentré, enflamme les huiles graſſes, diſſout l'antimoine, n'attaque pas le plomb, &c. Celui d'acide marin & d'acide vitriolique eſt un excellent diſſolvant pour analyſer la mine d'étain, qui n'eſt attaquée par aucun des acides minéraux, même par l'eau régale ; l'illuſtre Bergman s'en eſt ſervi avec ſuccès. Suivant M. Wenzel, il donne avec l'étain une diſſolution très-limpide, & qui ne trouble pas, quoiqu'on l'étende d'une grande quantité d'eau diſtillée. Le ſel ammoniac produit le même effet que l'acide marin.

Le biſmuth & l'antimoine ſe diſſolvent complétement dans cet acide mixte, & le premier ne donne point de précipité, quelque étendue que ſoit ſa diſſolution ; mais ſi l'on mêle une trop grande quantité d'eau avec la diſſolution du ſecond, il ſe précipite ſous forme de poudre griſe.

§. XIV.

Page 78. 1.] Depuis que l'ingénieux M. Prieſtley a découvert les propriétés du gas nitreux, la plupart des Phyſiciens ſe ſont occupés à rechercher la compoſition de l'acide nitreux: l'on ſavoit qu'il réſultoit de la combinaiſon de ce gas avec l'air vital, & chacun expliquoit la choſe à ſa manière.

Les partiſans du phlogiſtique regardoient le gas nitreux, comme l'acide ſaturé de principe inflammable, & ils prétendoient que l'air vital, ayant plus d'affinité avec le phlogiſtique, en débarraſſoit l'acide, qui, par ce moyen, reparoiſſoit dans ſon état ordinaire.

Suivant M. Kirvan, cette combinaiſon de phlogiſtique & d'air vital formoit de l'air fixe ou de l'air phlogiſtiqué; mais outre que les expériences de M. Cavendish ont démontré clairement, qu'on ne retrouvoit point d'air fixe dans ce procédé, comme nous le verrons par la ſuite, il étoit impoſſible de rendre raiſon de l'augmentation de poids qui ſurvenoit au gas nitreux, & qui correſpondoit exactement à

la quantité d'air vital abſorbé par le gas nitreux.

A la vérité, la théorie de M. Lavoiſier rendoit raiſon de ce phénomène, en ſuppoſant que l'acide nitreux étoit compoſé d'air vital & de gas nitreux : cet illuſtre Chymiſte étoit même parvenu à calculer les proportions de ces deux fluides dans l'acide nitreux. Il étoit cependant très-difficile d'expliquer dans cette hypothèſe, pourquoi dans certaines diſſolutions métalliques l'on n'obtenoit point de gas nitreux, & pourquoi on ne le retrouvoit pas en décompoſant entièrement l'acide nitreux au moyen de la chaleur, comme M. Berthollet l'avoit prouvé dans ſes mémoires ſur la décompoſition du nitre.

Toutes ces difficultés ſe ſont enfin évanouies depuis que M. Cavendish a démontré qu'en faiſant paſſer l'étincelle électrique à travers un mélange de ſept parties d'air vital, obtenu ſans acide nitreux, & trois parties de gas phlogiſtiqué, ou mofette atmoſphérique, à la fin le tout s'abſorboit dans l'eau & ſe trouvoit converti en acide nitreux. Cette expérience confirmée enſuite par pluſieurs autres célèbres Chymiſtes, a dévoilée entiérement la nature de l'acide nitreux, qui

qui n'eſt, comme on le voit, qu'une combinaiſon d'air vital & de moſette atmoſphérique, & il eſt facile à préſent de rendre raiſon de tous les phénomènes que préſente l'acide nitreux (1).

Si la proportion de ſes deux principes conſtituans eſt exacte, on aura l'acide nitreux blanc; ſi l'on vient à enlever à celui-ci une partie de ſon air vital, il y aura ſurabondance de moſette, & l'acide ſera coloré & rutilant; le gas nitreux lui-même n'eſt d'après cela, qu'une combinaiſon de moſette & d'air vital, différente de celle qui conſtitue l'acide; on doit obtenir ce gas libre, dès qu'on préſente à l'acide nitreux, une ſubſtance capable de le décompoſer en s'emparant d'une partie de ſon air vital, pourvu qu'il y ait aſſez de chaleur dégagée au moment de la décompoſition, pour donner l'élaſticité au gas nitreux; mais ſi la ſubſtance qui produit la décom-

(1) Quoique le fluide aqueux ne conſtitue pas par lui-même le caractère acide, il paroît cependant que ſa préſence eſt néceſſaire pour former l'acide nitreux; puiſque ſans lui le mélange de gas nitreux & d'air vital ne diminue pas de volume, & que l'acide ne peut pas être privé d'eau ſans le décompoſer. M. de Morveau penſe que l'eau ſert par ſon affinité à rompre l'union des deux fluides élaſtiques avec la matière de la chaleur, & à décider la combinaiſon qui produit l'acide. (*Encyclop. Chymie, tom.* 1 *pag.* 165.

position a beaucoup d'affinité pour l'air vital, & que la chaleur ſoit conſidérable, la moſette ſe ſéparera ſeule, & l'on n'obtiendra plus de gas nitreux. Le même effet aura lieu, ſi l'on applique à l'acide un degré de chaleur ſuffiſant pour reſtituer l'élaſticité aux deux fluides, ils ſe ſépareront tous deux : l'air vital d'abord pur, parce qu'étant en plus grande quantité, une partie peut être conſidérée comme ſurabondante, & tient moins à la moſette que la partie qui lui eſt néceſſaire pour conſtituer le gas nitreux ; à la fin la chaleur ſéparera encore les principes du gas nitreux; alors l'air vital & la moſette s'échapperont enſemble.

Pendant que l'acide nitreux perd une partie de ſon principe oxygène, ſoit que celui-ci reprenne la forme aërienne, comme il arrive en expoſant l'acide nitreux blanc à la lumière du ſoleil, ſoit qu'il ſe combine avec quelque ſubſtance, ſi le degré de température qu'il éprouve, n'eſt pas ſuffiſant, le gas nitreux manquant d'élaſticité, reſtera diſſous dans l'acide, d'où l'on pourra le chaſſer enſuite au moyen de la chaleur, &c. &c.

La découverte de M. Cavendish jette un grand jour ſur quelques phénomènes que préſente le gas

nitreux. Le pyrophore brûle mieux dans ce gas, que dans l'air atmoſphérique; la diſſolution de foie de ſoufre en abſorbe une plus grande quantité, & le réſidu, qui n'eſt que de la moſette pure, eſt moindre que celui que laiſſe l'air commun. Ces deux faits bien examinés, auroient dû démontrer que le gas nitreux contient plus d'air vital que l'air atmoſphérique: le dernier fait ſurtout, indiquoit que ce gas étoit formé uniquement de moſette atmoſphérique & d'air vital; puiſque le foie de ſoufre, après l'expérience, ſe trouve converti en tartre vitriolé, & qu'on ne retrouve enſuite que la moſette.

On voit auſſi pourquoi le nitre ne ſe forme pas ſans le contact de l'air, & pourquoi il exige la préſence des ſubſtances animales en putréfaction. Celles-ci contiennent une grande quantité de moſette, comme nous le verrons. (*note ſur le* §. XXXIX.) Il eſt probable qu'elle ſe dégage pendant la putréfaction, ou du moins, qu'elle ſe trouve dans un état qui favoriſe ſa combinaiſon avec l'air vital, qu'elle rencontre dans l'atmoſphère. Voyez le Mémoire de MM. Thouvenel ſur la formation du nitre. *Scav. étrang. T. X.*

On pourra de même expliquer pourquoi l'on obtient de l'acide nitreux, lorſqu'en formant de

l'eau par la combinaiſon du gas inflammable avec l'air vital, l'on emploie celui-ci mélangé de moſette, & pourquoi M. Sennebier a toujours retrouvé de l'acide, en éprouvant les différens gas inflammables à l'Endiomètre de Volta, par le moyen de l'air atmoſphérique ; car dans l'un & dans l'autre cas, les deux principes de l'acide nitreux ſe rencontrent & ſe combinent, en même tems qu'une partie de l'un des deux s'unit au gas inflammable, & régénère l'eau.

M. Cavendish, auteur de cette découverte, en donne une explication bien différente de celle de M. Lavoiſier & des autres Chymiſtes François : il penſe que la moſette atmoſphérique ou l'air phlogiſtiqué, n'eſt autre choſe que l'acide nitreux combiné avec une plus grande quantité de phlogiſtique, qu'il n'en contient lorſqu'il eſt ſous forme de gas nitreux : l'air vital ne ſert ici, comme dans l'expérience avec le gas nitreux, qu'à s'emparer du phlogiſtique qui maſquoit l'acide ; mais, outre les raiſons que nous avons rapportées ci-deſſus contre cette opinion, & celles que nous verrons dans les notes ſur le phlogiſtique, on ne voit pas ce que devient la combinaiſon d'air vital & de phlogiſtique. Si, comme quelques Chymiſtes le prétendent, le produit de cette combinaiſon eſt l'air phlogiſtiqué, on

devroit en retrouver après l'expérience. Dans l'opinion de Schéele, il en réſulteroit la matière de la chaleur : nous avons vu, (*Notes ſur le* §. *XII.*) les raiſons de M. Lavoiſier contre ce ſyſtême. Enfin d'autres Phyſiciens croyent qu'il en réſulte de l'eau ; car ſuivant eux, l'air vital n'eſt que de l'eau moins le phlogiſtique : nous diſcuterons cette dernière hypothèſe à l'article de l'eau, (*Note ſur le* §. *XLV.*) de ſorte que juſqu'à préſent l'opinion la plus probable, & qui eſt la plus conforme aux expériences, paroît être celle que nous avons indiquée ci-deſſus.

Il en réſulte, que dans ce ſyſtême, qui n'admet pas le principe inflammable dans le ſens des Stahliens, l'acide nitreux au lieu de s'emparer du phlogiſtique des corps combuſtibles ſoumis à ſon action, leur cède au contraire une partie de ſon air vital, & cela d'autant plus rapidement qu'ils ont plus d'affinité avec ce principe ; d'un autre côté, l'air vital ayant peu perdu de matière de chaleur dans ſa combinaiſon avec la moſette, y tient beaucoup plus foiblement ; & ſi les corps qui l'enlèvent à la moſette, s'uniſſent avec lui d'une manière plus intime, une très-grande quantité de chaleur doit devenir libre, & ſe montrer, même dans certains cas, ſous forme de lumière, comme cela arrive en traitant

le nitre avec le charbon, le ſoufre, &c. ou l'acide nitreux avec les huiles eſſentielles, le charbon, &c. C'eſt auſſi par cette même raiſon, que le nitre brûle les corps combuſtibles, & détonne ſans le contact de l'air. La raiſon de tous ces phénomènes eſt ſi facile à entendre, qu'il ſeroit inutile de nous y arrêter plus long-tems.

Page 79. 2.] Le Docteur Withering aſſure poſitivement le contraire; & il dit avoir répété ſi ſouvent les expériences, qu'il eſt perſuadé que la terre peſante cauſtique, doit être placée après les alkalis fixes, excepté dans la colonne qui appartient à l'acide vitriolique (*Phil. Trans. V. LXXIV, p.* 304. 1784.); mais M. Kirwan, bien perſuadé de l'exactitude de Bergman, demande ſi dans cette expérience l'alkali qu'on ajoute à la diſſolution de nitre barotique, n'auroit pas enlevé l'excès d'acide, néceſſaire peut-être à ce ſel, pour être tenu en diſſolution dans l'eau? Dans ce cas, le précipité ne ſeroit pas dû à la décompoſition du nitre barotique, & ne prouveroit pas une affinité ſupérieure dans l'alkali fixe cauſtique. Un fait digne de remarque, c'eſt que le Docteur Withering a obtenu un précipité inſoluble dans l'eau & dans les acides, lorſqu'il s'eſt ſervi de potaſſe cauſtique; il regarde ce précipité, comme une combinaiſon

d'alkali & de terre peſante. Il a vu le même précipité ſe former, en verſant une diſſolution aqueuſe de terre peſante cauſtique ſur de l'alkali végétal ou minéral pur, au lieu que l'alkali volatil cauſtique n'a pas préſenté le même réſultat. Nous dirons avec le Traducteur Anglois que ces précipités méritent sûrement d'être mieux examinés, & nous laiſſerons cependant la terre peſante dans le rang que lui a donné le célèbre Bergman, parce que, ſi l'explication de M. Kirwan eſt juſte, le précipité du Docteur Withering pourroit bien n'être que de la terre quartzeuſe, dépoſée par l'alkali fixe cauſtique, à meſure qu'il ſe combine à l'excès d'acide du nitre barotique.

Pag. 80. 25.] Une ſuffiſante quantité d'eau ajoutée à l'acide nitreux, outre qu'elle affoiblit ſon action, peut encore empêcher la décompoſition de l'acide, en fourniſſant elle-même le principe oxygène, qu'il doit perdre toutes les fois qu'il ſe colore par la production du gas nitreux : ailleurs il n'y aura point de gas nitreux ſurabondant, & par conſéquent l'acide ne ſe ſera point emparé du phlogiſtique dans le ſens de Bergman. Il en eſt ici préciſément comme à l'égard de l'acide vitriolique, qui, en diſſolvant le fer, ſe convertit en partie en acide ſulphureux ou en

ſoufre, ſi on l'emploie concentré ; au lieu qu'il donne du gas inflammable, dès qu'il eſt ſuffiſamment étendu d'eau.

Ibid. 26.] L'on ſait à préſent comment l'on doit entendre la calcination des métaux, ſuivant la théorie moderne, & ce que l'on doit penſer de la décompoſition des ſels nitreux par le moyen des corps combuſtibles & de la chaleur. Nous obſerverons ſeulement que, ſans recourir à la converſion de l'air vital en matière de chaleur, comme Bergman le ſuppoſe, on explique facilement pourquoi l'on ne retrouve plus d'air vital après la détonnation du nitre avec le charbon. Il ſuffit de dire qu'il a formé l'acide méphitique, en ſe combinant avec le principe charbonneux.

§. XV.

Page 81 *& ſuiv.*] M. Prieſtley a prouvé que l'acide nitreux pouvoit abſorber une très-grande quantité de gas nitreux, qu'il ſe coloroit à meſure & devenoit plus volatil & plus foible, de ſorte qu'il eſt infiniment probable, que l'abſorption ne ceſſeroit qu'au moment où l'acide ſeroit chargé d'une aſſez grande quantité de gas, pour prendre la forme élaſtique, & conſtituer le gas acide nitreux de Prieſtley, (*acide nitreux aëri-*

forme de Bergman). On doit en conclure avec M. de Morveau, que l'acide nitreux phlogiſtiqué n'eſt pas ſimplement l'acide ſaturé de phlogiſtique pur ; mais que c'eſt au contraire, l'acide chargé de gas nitreux.

Il eſt aiſé de voir d'après cela, que l'acide nitreux phlogiſtiqué doit varier, ſuivant la quantité de gas nitreux qu'il tiendra en diſſolution, & ſuivant le degré de concentration de l'acide lui-même. Si l'acide eſt très-concentré, & qu'il ſoit ſaturé de gas nitreux, il prend la forme aërienne & conſtitue la vapeur rouge que l'eau peut abſorber en entier, & qui produit les différentes couleurs, que l'on connoît à l'acide nitreux phlogiſtiqué plus ou moins étendu d'eau.

Le gas nitreux étant ſuſceptible de reprendre la forme élaſtique, lorſqu'on lui applique un degré ſuffiſant de chaleur, l'acide qui en étoit chargé, doit perdre ſa couleur par la diſtillation : il doit également la perdre dans un tube ſcellé hermétiquement, & expoſé à une chaleur convenable ; mais dans ce dernier cas, il ſe colore enſuite par le refroidiſſement, *à moins que le feu n'ait été continué trop long-tems*, parce que le gas colorant s'abſorbe de nouveau ; lorſque le feu a été continué long-tems, il eſt poſſible que

le gas nitreux ſe combine avec l'air vital qui ſe trouve dans le tube, & forme de nouvel acide nitreux, de ſorte que l'acide n'aura plus cette ſurabondance de gas nitreux qui le coloroit; & dans ce cas, il doit ſe former dans le tube un vuide, auquel M. Prieſtley n'aura pas fait attention.

Un autre obſervation de M. Prieſtley ſemble contredire l'explication que nous venons de donner : les différentes eſpèces d'acide nitreux phlogiſtiqués, prennent une couleur plus foncée, lorſqu'on les expoſe à la chaleur dans des tubes ſcellés hermétiquement; mais ici au lieu de chauffer le tube par une de ſes extrémités ſeulement, comme dans l'expérience précédente, M. Prieſtley appliquoit la chaleur ſur toute la longueur du tube, le fluide gaſeux ne pouvant pas s'échapper alors, reſtoit dans la liqueur, & devoit lui communiquer une couleur plus foncée. En effet, ſi l'acide nitreux eſt d'autant plus foncé en couleur, qu'il eſt plus ſaturé de gas nitreux, le même acide qui n'en étoit pas ſaturé entièrement lorſqu'il étoit froid, le ſera davantage, dès qu'il ſera chauffé; parce qu'il eſt de la nature des fluides aëriformes ſolubles dans l'eau, de s'y diſſoudre en plus quantité à froid qu'à chaud; ou, ce qui revient au même, la quantité d'un

gas quelconque, qui ne ſuffiſoit pas pour ſaturer une liqueur à une température donnée, ſera ſouvent plus que ſuffiſante, & ne pourra plus être tenue en diſſolution, ſi la température vient à augmenter juſqu'à un certain terme.

Cette propriété dont jouit l'acide nitreux, de diſſoudre le gas nitreux, & d'en prendre d'autant plus que la température eſt plus froide, a donné lieu à une remarque très-importante de M. Berthollet, ſur les expériences eudiométriques faites par le moyen du gas nitreux. C'eſt, qu'outre la difficulté d'obtenir un gas nitreux parfaitement égal pour chaque expérience, la diminution qu'il éprouvera en le mêlant avec un air quelconque, ſera d'autant plus conſidérable, toutes choſes égales d'ailleurs, qu'il y aura plus d'acide nitreux formé, & que la température ſera plus froide; de ſorte que M. Berthollet penſe, que c'eſt peut-être à cette cauſe, qu'eſt dûe la plus grande pureté, que l'on a attribuée à l'air atmoſphérique, lorſqu'on l'a eſſayé pendant l'hiver.

Page 82.] L'acide nitreux bleu donne ſpontanément du gas nitreux, tandis que le verd en donne à peine, & le jaune point du tout. Ne pourroit-on pas dire que cet effet eſt dû à l'eau,

qui, dans le premier, ſe trouve en ſi grande proportion par rapport à l'acide, qu'elle l'attire avec une force capable de faire quitter priſe au gas nitreux, au lieu que dans les autres ſon affinité pour l'acide étant ſatisfaite en partie, ne tend plus à le ſéparer du gas nitreux.

Ibid.] Puiſque l'acide nitreux peut abſorber une ſi grande quantité de gas nitreux, tandis que l'eau n'en peut prendre qu'un dixième de ſon volume ; il ne doit pas paroître ſi ſurprenant que ſon volume puiſſe ſurpaſſer dix fois celui de l'acide qui le tenoit en diſſolution.

Page 84.] Les phénomènes que préſente la manganèſe avec l'acide nitreux, peuvent s'expliquer facilement ſans admettre le phlogiſtique. Les chaux métalliques ne ſe combinent bien avec les acides purs, que lorſqu'elles ſont pourvues d'une quantité déterminée de principe oxygène ; ſi elles en contiennent davantage, elles deviennent preſque inſolubles, à moins que l'on n'ajoute dans le mélange, une ſubſtance capable d'enlever à la chaux, l'excès d'oxygène qui s'oppoſoit à ſa diſſolution ; c'eſt probablement l'effet que produiſent le ſucre, le miel, &c. à l'égard de la chaux noire de manganèſe & de l'acide nitreux pur. Si les acides au contraire, ne contiennent pas aſſez de principe

oxygène, ils doivent diſſoudre les métaux trop calcinés, & les rendre ſolubles en leur enlevant le principe oxigène ſurabondant : tel eſt l'acide nitreux phlogiſtiqué, ou, pour mieux dire, ſurchargé de mofette, il trouve dans la chaux noire de manganèſe, la portion d'air vital dont il a beſoin pour devenir acide pur, & en s'en emparant, il ramène cette chaux à l'état de chaux blanche qui eſt très-ſoluble dans les acides. Enfin, le régule de manganèſe dégage du gas nitreux en ſe diſſolvant dans l'acide nitreux ; il eſt aiſé de voir qu'il ſe calcine d'abord aux dépens d'un des principes conſtituans de l'acide ; l'autre principe devient donc ſurabondant, & la quantité de chaleur combinée que perd l'air vital en s'uniſſant plus intimement avec le régule, eſt plus que ſuffiſante pour donner au gas nitreux la forme élaſtique.

Nous avons dit qu'il eſt probable que le ſucre enlève à la chaux noire ſon excès d'oxygène ; il paroît en effet que la portion de ce principe qui eſt combinée en excès au régule de manganèſe, doit plutôt quitter priſe qne celle qui ſature la mofette dans l'acide nitreux ; il eſt d'ailleurs dans un état plus favorable à la combinaiſon, puiſqu'il a moins de principe d'élaſticité que celui qui forme l'acide, & l'affinité

de la chaux pour l'acide nitreux, doit tendre à dégager la ſubſtance qui s'oppoſe à ſa diſſolution. Au reſte, ſoit que le ſucre décompoſe l'acide nitreux, ſoit qu'il enlève à la manganèſe ſon excès d'oxygène, l'effet ſera toujours le même; car ſi l'acide eſt décompoſé, il rentre dans le cas de l'acide phlogiſtiqué, que nous venons d'expliquer. Il ſeroit cependant très-facile de s'aſſurer comment les choſes ſe paſſent. Il ſuffiroit d'employer une quantité déterminée d'acide nitreux pur, de précipiter exactement la diſſolution par un alkali. Si l'on retrouvoit la quantité de nitre que doit donner l'acide dont on s'eſt ſervi, il ſeroit clair que l'acide n'a pas été décompoſé par le ſucre, &c.

L'acide nitreux ſurchargé de gas nitreux, ſoit que cet acide ſoit libre, ſoit qu'il ſoit combiné avec un alkali, le gas nitreux lui-même, précipitent quelques diſſolutions métalliques. M. Cavendish a éprouvé le nitre phlogiſtiqué ſur la diſſolution d'argent avec excès d'acide, & il a obtenu un précipité. M. Berthollet a fait l'expérience ſur la diſſolution de vitriol martial, le gas nitreux & l'acide nitreux très-rutilant y ont occaſionné un précipité noirâtre, mais ſi diviſé, qu'il paſſoit à travers les filtres. Nous dirons avec M. Berthollet, que « le gas nitreux enlève aux

» chaux métalliques, une partie de l'oxygène » néceſſaire pour qu'elles ſoient tenues en diſ- » ſolution ».

§. XVII.

Page 88. *& ſuiv.*] L'explication que Bergman donne ici de la nature de l'acide marin déphlogiſtiqué, quelque ingénieuſe qu'elle paroiſſe d'abord, ne peut plus ſuffire, s'il eſt prouvé que cet acide a enlevé à la chaux de manganèſe une portion de principe oxygène. C'eſt ce que les belles expériences de M. Berthollet ont démontré clairement, de ſorte qu'en admettant dans l'acide marin, une baſe & le principe oxygène comme dans tous les autres acides, & en rejettant le phlogiſtique, M Berthollet en a conclu que l'acide marin déphlogiſtiqué n'eſt que l'acide marin ſurchargé de principe oxygène. Nous croyons devoir nous arrêter un moment ſur les preuves que cet ingénieux Chymiſte a données de cette opinion, qui avoit déjà été annoncée par M. de Fourcroy, & ſur les réponſes qu'il a faites aux différentes objections, qui lui ont été propoſées par les partiſans du phlogiſtique. L'on verra plus en détail dans les Mémoires de l'Académie, les nombreuſes expériences & les découvertes heureuſes, auxquelles a donné lieu

cet acide, préparé de manière à l'obtenir combiné à l'eau dans le plus grand degré de pureté.

Au lieu d'employer des vaſes cylindriques, & d'y recueillir la vapeur comme les Chymiſtes Suédois le pratiquoient, M. Berthollet s'eſt ſervi de l'appareil de Woulfe, en laiſſant vuide le premier flacon, pour retenir l'acide muriatique ordinaire qui paſſe toujours en vapeurs avec le gas acide marin déphlogiſtiqué. L'eau des flacons qui ſuivent, diſſout le gas déphlogiſtiqué, prend une couleur jaunâtre; & ſi la température eſt aſſez froide, ce gas prend une forme concrète, dès que l'eau eſt ſaturée, &c.

Cet acide a une ſaveur auſtère qui ne reſſemble nullement à celle des autres acides; il ne fait aucune efferveſcence avec les alkalis fixes & les terres ſaturées d'acide méphitique; il détruit à l'inſtant les couleurs bleues végétales, ſans les faire paſſer au rouge, & ſans que l'alkali qu'on y ajoute enſuite, puiſſe les faire reparoître; il diſſout le fer & le zinc comme l'eau diſſout les ſels, ſans qu'il ſe dégage la moindre bulle d'un gas quelconque.

Le nitre mercuriel verſé ſur cet acide, ne donne point de précipité blanc, mais il ſe convertit

tit en ſublimé corroſif ; on obtient également ce dernier ſel, en diſſolvant le précipité blanc dans l'acide marin déphlogiſtiqué : la diſſolution retient tout l'acide, puiſqu'elle précipite avec l'eau de chaux ; ce qui n'auroit pas lieu, s'il y avoit de l'acide marin libre. M. Berthollet en conclut, que le ſublimé corroſif n'eſt que du précipité blanc, combiné à une plus grande quantité d'air vital & d'acide marin.

Il change le ſoufre en acide vitriolique ; il décompoſe la diſſolution d'hépar alkalin, ſans dégager aucun gas ; la diſſolution perd ſon odeur, rougit les couleurs végétales, & forme un précipité abondant avec le muriate barotique.

L'eau ſaturée de gas hépatique détruit la couleur, l'odeur & les propriétés de l'acide marin déphlogiſtiqué, & précipite abondamment la diſſolution de terre peſante ; ſi l'on met peu de cet acide ſur l'eau hépatiſée, elle ſe trouble & donne un peu de ſoufre. Dans le premier cas, l'air vital, que fournit l'acide marin déphlogiſtiqué, ſuffit pour ſaturer le gas inflammable qui tenoit le ſoufre en diſſolution, & pour réduire celui-ci en acide vitriolique ; au lieu que dans le ſecond, il n'y en a que la quantité préciſe pour décompoſer le gas hépatique, en lui en-

levant le gas inflammable ; & le ſoufre doit ſe précipiter par cette raiſon.

Il change le gas nitreux en acide nitreux, & même lorſqu'il eſt ſous forme gaſeuſe, il ſe combine avec lui, produit une rutilance conſidérable & l'abſorbtion eſt très-grande, puiſque 400 parties de gas nitreux ont été réduites à ,35, en faiſant paſſer à travers une ſuffiſante quantité de gas acide marin déphlogiſtiqué.

Lorſque ce gas eſt bien pur, il n'a point d'action ſur le gas inflammable, quelque quantité qu'on en ait employée, & quoiqu'on agite le mélange à pluſieurs repriſes : l'effet ſe borne à abſorber par le moyen de l'eau, tout l'acide marin déphlogiſtiqué ; & le gas inflammable conſerve, & ſon volume, & ſes propriétés.

L'eau ſaturée de cet acide, n'attaque pas le phoſphore, ſans le concours de la lumière ; mais ſi on expoſe le tout au ſoleil dans un flacon bien bouché, l'acide marin déphlogiſtiqué redevient acide marin ordinaire, la liqueur du flacon tient de l'acide phoſphorique, & précipite l'eau de chaux.

Les huiles, l'eſprit-de-vin, l'éther, l'acide du ſucre, décompoſent auſſi l'acide marin dé-

phlogiſtiqué, & s'emparent du principe qui lui donnoit ſes propriétés.

Comme cet acide donne avec les alkalis & les terres, les mêmes ſels que fournit l'acide marin ordinaire, les Chymiſtes Suédois étoient obligés de ſuppoſer que ces ſubſtances rendoient du phlogiſtique à cet acide, ſans cependant rien perdre de leurs propriétés; mais M. Berthollet, en faiſant bouillir dans une cornue le mélange de ces ſubſtances avec l'acide marin déphlogiſtiqué, & recueillant à l'appareil pneumatique, les différens fluides aëriformes qui pouvoient s'échapper, a vu que dans tous les cas, il s'en dégageoit de l'air vital, outre l'acide méphitique qu'on obtient, lorſque ces différentes baſes ne ſont pas dans l'état cauſtique: & comme cet acide expoſé à la lumière du ſoleil, redevient également acide marin ordinaire, & fournit une quantité aſſez conſidérable d'air vital, (à-peu-près 0,299 pouces cubes par pouce d'acide bien ſaturé), ce célèbre Phyſicien en a conclu, que cet acide ne pouvoit reprendre les propriétés d'acide marin ordinaire, qu'en perdant la portion d'air vital qui les avoit changées, & qu'il n'étoit point néceſſaire que le phlogiſtique fût partie conſtituante, ni de l'acide marin, ni des différentes ſubſtances

qui le régénèrent en décompoſant l'acide marin déphlogiſtiqué.

L'hypothèſe de M. Berthollet rend raiſon de tous les phénomènes que préſente l'acide marin déphlogiſtiqué, dans ſa formation & dans ſa manière d'agir ſur les différentes ſubſtances qui ont de l'action ſur lui ; elle explique auſſi facilement tous les faits qu'on lui a oppoſés pour prouver la néceſſité du phlogiſtique. En effet, les différens métaux ne ſont ſolubles dans les acides, que lorſqu'ils ſont calcinés juſqu'à un certain point, paſſé lequel ils refuſent de ſe diſſoudre, à moins que l'on ne leur enlève la portion d'air vital ſurabondante, à laquelle ils étoient combinés, ou, comme le veulent les partiſans du phlogiſtique, à moins que l'on ne leur reſtitue en même tems la quantité de phlogiſtique, qui eſt néceſſaire pour rendre les chaux ſolubles. C'eſt ainſi que la chaux blanche de manganèſe ſe diſſout aiſément dans tous les acides, tandis que la chaux noire ne ſe diſſout bien que dans les acides qui contiennent, ſuivant eux, le principe inflammable : tels ſont entr'autres, l'acide ſulphureux, l'acide nitreux rutilant, & l'acide marin. Mais comment ſe fait-il, dans cette ſuppoſition, que l'acide vitriolique pur, dans

lequel on n'a pas oſé juſqu'ici ſoupçonnet l'exiſtence du phlogiſtique, puiſſe diſſoudre la chaux noire de manganèſe, & en dégager en même tems une aſſez grande quantité d'air vital ? Il n'eſt pas aiſé de voir, comment il peut fournir le phlogiſtique qui doit chaſſer cette portion d'air vital qui ſe dégage. Dira-t-on que la chaleur paſſe à travers la cornue de verre, & va porter le phlogiſtique à la manganèſe ? Mais ſi ce phlogiſtique diffère ſi peu du gas inflammable, puiſque celui-ci n'eſt, ſuivant eux, que ce principe mis en état de gas par la matière de la chaleur, il paroît qu'il ne devoit pas pouvoir pénétrer le verre, la chaleur étant ſuffiſante pour le réduire en gas inflammable. On devroit également dire que la lumière du ſoleil qui décompoſe l'acide marin déphlogiſtiqué, en donnant l'élaſticité à l'air vital qui le conſtituoit, fournit auſſi du gas inflammable, qui s'infiltre à travers les pores d'un flacon hermétiquement fermé, pour aller régénérer l'acide marin. Enfin, puiſqu'il faut abſolument du phlogiſtique pour rendre à cet acide les propriétés d'acide marin ordinaire, comment arrive-t-il que les deux ſubſtances qui en ſont le plus abondamment pourvues, le gas inflammable & le phoſphore, ne le décompoſent pas dans tous les cas. Le gas inflammable n'a pas

ſur lui la moindre action, & ſi le phoſphore ſe convertit en acide dans le gas acide marin déphlogiſtiqué, (ce qui demanderoit à être répété, en prenant la précaution de ne pas laiſſer d'air atmoſphérique dans les récipiens), du moins il ne décompoſe pas cet acide en liqueur, même en appliquant un degré de chaleur ſuffiſant pour faire fondre le phoſphore: il faut abſolument le concours de la lumière du ſoleil, tandis que le ſoufre s'y convertit en acide au ſimple contact & à froid. Si la lumière ſuffit, comme nous venons de le voir, pour rendre à l'acide marin déphlogiſtiqué, le principe inflammable qui lui manquoit: pourquoi le phoſphore ſe trouve-t-il converti en acide? Qu'eſt devenu le phlogiſtique qu'il a dû perdre, en s'emparant de l'air vital que l'acide marin déphlogiſtiqué lui a cédé?

Nous ne terminerions pas, ſi nous voulions rapporter toutes les queſtions qu'on peut faire aux partiſans du phlogiſtique: diſons donc que rien n'ayant prouvé juſqu'à préſent la préſence du phlogiſtique dans l'acide marin, tandis que celle de l'air vital eſt démontrée dans la chaux noire de manganèſe, il eſt tout ſimple d'en conclure que ſi la manganèſe qui reſte dans la cornue, après l'opération de l'acide marin dé-

phlogiſtiqué, ſe trouve privée d'une partie de l'air vital qu'elle contenoit, & ſi d'un autre côté, le gas acide marin qui s'échappe, en tient plus qu'auparavant, & s'il ne reprend ſes propriétés qu'en perdant cette quantité ſurabondante, ce gas n'avoit fait que s'emparer de l'air vital, que l'acide marin a chaſſé en diſſolvant la manganèſe. La chaleur qui s'eſt dégagée pendant la diſſolution, a ſuffi pour rendre au principe oxygène une partie de l'élaſticité dont il étoit privé dans la chaux de manganèſe.

Quoique l'air vital ne ſe combine pas ſous forme élaſtique avec l'acide marin, il n'eſt pas néceſſaire de recourir au phlogiſtique pour expliquer comment cet acide l'enlève à la manganèſe ; car, dans ce dernier cas, l'air eſt privé du principe de l'élaſticité, qui étoit un obſtacle à la combinaiſon ſous la forme élaſtique. L'acide marin ayant peu d'affinité pour le principe oxygène, ne peut vaincre celle de ce dernier avec la matière de la chaleur ou de la lumière, que par des affinités compoſées Auſſi dès qu'il s'en eſt emparé, il le cède facilement aux autres ſubſtances, qui ont une plus forte affinité pour ce principe. L'air vital & le gas inflammable, qui ont entr'eux beaucoup d'affinités, n'agiſſent cependant l'un ſur l'autre qu'à une haute tem-

pérature. Il en eſt de même du ſoufre à l'égard de l'air vital : cette dernière ſubſtance enlève au contraire facilement l'air vital à l'acide marin déphlogiſtiqué & à froid, parce qu'alors l'air vital eſt privé d'une partie de ſon élaſticité, &c.

Il paroît qu'on auroit tort d'objecter contre l'opinion de M. Berthollet, le peu d'acidité qu'on trouve à l'acide marin déphlogiſtiqué, au lieu d'une très-forte qu'il devroit avoir, étant pourvu d'une plus grande quantité de principe oxygène ; car, outre qu'il ſeroit impoſſible d'en juger aiſément par le goût ſeul, puiſqu'il eſt toujours très-peu concentré, un acide qui attaque & diſſout à l'inſtant tous les métaux, ceux mêmes qui ſont inſolubles dans l'acide marin & les autres menſtrues, ne jouit-il pas d'une acidité aſſez forte.

Nous avons vu dans les Notes ſur le §. XV. pag. 352, comment on peut expliquer les phénomènes que préſentent le régule & les deux eſpèces de chaux de manganèſe avec l'acide nitreux, ſuivant que ce dernier eſt plus ou moins pur ou chargé de gas nitreux : la même explication peut ſervir à rendre raiſon des effets que ces ſubſtances produiſent ſur l'acide vitriolique,

l'acide ſulphureux & l'acide marin. Il eſt évident que la chaux noire ne pouvant ſe diſſoudre dans les acides purs, qu'en perdant une partie de ſon air vital, ſi l'acide a aſſez d'action ſur la chaux pour chaſſer cette partie ſurabondante, la diſſolution aura lieu : tel eſt le cas de l'acide vitriolique pur ; mais ſi en même tems l'acide que l'on employe, a de la tendance à s'unir avec l'air vital qui ſe dégage, il s'en ſaturera, s'il n'en contenoit pas aſſez, comme il arrive à l'acide ſulphureux, ou bien la portion qui s'en ſera emparée, s'échappera avec cette ſurabondance d'air vital, & c'eſt ce qui a lieu dans l'opération de l'acide marin déphlogiſtiqué. La chaux blanche au contraire ſe diſſoudra dans les acides purs, & ſans former d'acide marin déphlogiſtiqué, ni donner d'air vital, tandis qu'elle ſe diſſoudra beaucoup plus difficilement dans les acides qui ne ſont pas ſaturés d'oxygène, tels que l'acide ſulphureux & l'acide nitreux phlogiſtiqué. Nous verrons dans les Notes ſur l'eau, pourquoi le régule de manganèſe donne du gas inflammable, en ſe diſſolvant dans les acides vitriolique & marin, tandis que la chaux blanche du même métal n'en donne pas.

La chaux noire de manganèſe colore le verre

en rouge, le charbon détruit cette couleur, que le nitre rétablit ; cette même couleur de la chaux de manganèſe, ſe diſſipe à la flamme intérieure du chalumeau, & reparoît ſi on l'expoſe à la flamme extérieure. Tous ces faits tiennent à la quantité plus ou moins grande d'air vital, que retient la chaux de manganèſe ; le charbon, & la flamme intérieure du chalumeau, qui contient des parties charbonneuſes, ayant une plus grande affinité avec l'air vital que la manganèſe, lui enlèvent la portion qu'elle en a en excès, & forment de l'air fixe ; le nitre, & l'expoſition à la flamme extérieure, qui laiſſe la manganèſe expoſée au contact de l'air, lui rendent le principe oxygène & la couleur qu'elle avoit perdus.

L'acide marin déphlogiſtiqué étant ſurchargé d'air vital, privé d'une partie de ſon élaſticité, & y tenant très-peu, doit néceſſairement produire dans très-peu de tems, & d'une manière beaucoup plus efficace, tous les effets que l'air produit ſur les corps ſoumis à ſon action, & avec leſquels il a de l'affinité ; il agit ſur les plantes & ſur les couleurs des étoffes, & y occaſionne dans quelques inſtans, toutes les modifications que l'air auroit pu leur apporter à la longue. M. Berthollet a fait de cette vérité l'application

la plus ingénieuſe pour expliquer l'étiolement : il penſe que l'eau ſe décompoſe dans la végétation, que le gas inflammable entre dans la compoſition de leurs parties huileuſes, tandis qu'une partie de l'air vital reprend ſon élaſticité, & s'échappe, s'il a le contact de la lumière, comme l'a prouvé M. Jngen-Houz, au lieu, que ſans le concours de cette affinité, il reſte privé de ſon élaſticité, & réagit ſur les parties colorantes & les blanchit; il penſe auſſi, qu'alors la décompoſition de l'eau doit ſe faire en moindre quantité, & que c'eſt à cela que tient la foibleſſe & le peu de combuſtibilité des plantes qui ont crû à l'ombre, &c.

Nous avons vu ci-devant, que l'acide marin déphlogiſtiqué ne ſe combine pas avec les alkalis fixes, car quoiqu'il perde ſa couleur & ſon odeur, il conſerve cependant ſes propriétés, & ne chaſſe pas même l'air fixe, lorſque les alkalis ſont effervescens. M. Berthollet eſt parvenu depuis peu, à le combiner directement avec les alkalis fixes, cauſtiques ou non, avec la chaux, & il en a obtenu un ſel qui cryſtalliſe, & qui contient tout l'air vital qui conſtituoit l'acide marin déphlogiſtiqué. Ce ſel détonne avec une flamme plus vive que celle du nitre, parce qu'il ne

contient pas de la mofette avec l'air vital comme ce dernier, il donne beaucoup d'air vital très-pur, lorſqu'on vient à le diſtiller : le réſidu de ces deux opérations eſt du ſel marin ou ſel fébrifuge ordinaire ; enfin, on peut en dégager l'acide, ſous forme d'acide marin déphlogiſtiqué, ſi on vient à préſenter à ſa baſe un autre acide qui ait avec elle plus d'affinité, &c. &c.

La manière dont ſe comporte l'acide marin déphlogiſtiqué avec l'alkali volatil, trouvera ſa place dans les Notes ſur ce dernier.

§. XVIII.

Dès qu'on a vu que l'acide marin déphlogiſtiqué diſſolvoit l'or, & que d'un autre côté l'acide nitreux pouvoit donner cette forme à l'acide marin, il étoit tout naturel de penſer que l'acide marin eſt à l'état déphlogiſtiqué dans l'eau régale. Malgré la grande probabilité de cette opinion des célèbres Bergman & Schéele, M. Berthollet ayant examiné de plus près ce qui ſe paſſe, lorſqu'on fait le mélange des acides qui compoſent l'eau régale, a cru devoir en conclure que celle-ci n'eſt qu'un mélange des deux acides ſaturés de gas nitreux, ſans qu'il y exiſte de l'acide marin déphlogiſtiqué

libre. Nous allons rapporter les expériences & les raiſonnemens qui l'ont conduit à cette concluſion.

Si l'on mêle une ou deux parties d'acide nitreux concentré & dégaſé avec quatre d'acide marin fumant, il ſe fait à l'inſtant une effervescence conſidérable, le gas qui s'échappe, recueilli à l'appareil pneumato-chymique, n'eſt que du gas acide marin déphlogiſtiqué très-pur. A meſure qu'il ſe dégage, la liqueur ſe colore & devient à la fin d'un rouge foncé. Si on la diſtille dans cet état, elle fournit d'abord une nouvelle quantité d'acide marin déphlogiſtiqué: enſuite les deux acides paſſent, & communiquent à l'eau du flacon que l'on a mis pour les retenir, une couleur foncée. Les mêmes phénomènes ſe préſentent, ſi l'on emploie le ſel ammoniac, ou tout autre ſel muriatique au lieu d'acide marin, & dans tous les cas, il ne ſe dégage point de gas nitreux; ce qui ſeroit impoſſible d'ailleurs, l'acide marin déphlogiſtiqué ayant la propriété de décompoſer à l'inſtant le gas nitreux, & d'en faire de l'acide, qui, mêlé avec l'acide marin qui ſe régénère alors, forme de l'eau régale.

L'acide mixte qui réſulte de cette opération, ne détruit pas les couleurs, ce qu'il fait au con-

traire, dès qu'on lui ajoute de l'acide marin déphlogiſtiqué. Si on le mêle avec de la chaux délayée dans l'eau, il laiſſe exhaler une très-grande quantité de gas nitreux, & perd toute ſa couleur. Il la perd également, lorſqu'on vient à l'étendre d'eau, ou qu'on lui laiſſe le tems d'abſorber celle de l'atmoſphère; mais il conſerve toujours le gas nitreux, & en laiſſe échapper en diſſolvant la chaux. Le gas qui ſe dégage en le verſant ſur l'alkali effervescent, eſt un mélange d'air fixe & de gas nitreux.

L'acide marin ne diſſout pas plus de gas nitreux que l'eau elle-même, comme M. Berthollet s'en eſt aſſuré ſur de l'acide à différens degrés de concentration, au lieu que l'acide nitreux en diſſout une quantité conſidérable qui lui donne la couleur rutilante, & le réduit même en vapeurs élaſtiques, lorſqu'il en eſt ſaturé; mais la préſence de l'acide nitreux, ſoit dans le gas nitreux, ſoit dans l'acide marin, ſuffit pour communiquer à ce dernier, la propriété de retenir une très-grande quantité de gas nitreux. Car le célèbre Prieſtley s'eſt aſſuré (*Exp. & Obſ. ſur diff. eſpèces d'air, tom. IV. pag.* 229.) que l'air acide nitreux (qui n'eſt que l'acide ſaturé de gas nitreux) s'abſorboit facilement dans l'acide marin,

& lui donnoit une couleur beaucoup plus foncée que celle que pouvoit prendre l'acide nitreux le plus rutilant, de ſorte qu'il s'enſuit delà, que le gas nitreux a de l'affinité avec l'eau régale, & qu'elle eſt même plus forte qu'avec l'acide nitreux : cette affinité ayant ſes limites, l'acide nitreux ſe décompoſe, & produit de l'acide marin déphlogiſtiqué, juſqu'à ce que la quantité de gas nitreux qui réſulte de cette décompoſition, ſuffiſe pour ſaturer l'eau régale. Auſſi obtient-on beaucoup plus d'acide marin déphlogiſtiqué en ſe ſervant d'acide nitreux blanc, qu'en employant le même acide rutilant, & pourvu par conſéquent, d'une partie du gas nitreux qui doit ſaturer l'eau régale.

L'acide marin ayant moins d'affinité avec l'air vital que le gas nitreux, ne pourroit pas décompoſer l'acide nitreux, s'il n'étoit aidé par l'affinité de l'eau régale pour le gas nitreux ; dès que la quantité de gas nitreux qui a été produite, ſuffit pour ſaturer le mélange d'acide marin & d'acide nitreux, l'équilibre ſe rétablit entre tous les principes de l'eau régale. Une température plus élevée rompt cet équilibre, & l'on obtient de nouvel acide marin déphlogiſtiqué, juſqu'à ce qu'on ſoit arrivé au point exact de ſaturation pour cette même température.

M. Berthollet croit, en conſéquence qu'il y auroit un degré de froid, où les deux acides n'auroient aucune action l'un ſur l'autre.

Lorſque les principes de l'eau régale ceſſent de réagir entre eux, ſi l'on vient à y plonger un métal, les affinités de celui-ci produiſent de nouvelles combinaiſons; il agit d'un côté ſur l'air vital de l'acide nitreux, qu'il décompoſe en dégageant du gas nitreux, & de l'autre ſur l'acide marin; mais il paroît que l'affinité de l'acide marin pour les chaux métalliques chargées d'une grande quantité d'air vital, contribue à leur en faire prendre davantage, & à décompoſer une plus grande quantité d'acide nitreux; car ici l'on obtient immédiatement du ſublimé corroſif, au lieu que l'acide marin, verſé ſur une diſſolution nitreuſe de mercure, ne donne que du précipité blanc; & comme l'acide marin forme immédiatement du ſublimé corroſif avec le précipité rouge, il s'enſuit que le mercure contient plus d'air vital dans le précipité, qu'il n'en contenoit pendant qu'il étoit combiné à l'acide nitreux, & c'eſt ce qui rend raiſon du gas nitreux qui s'échappe en réduiſant le nitre mercuriel en précipité rouge.

M. Berthollet avoit cru que l'acide marin ſe trouvoit

trouvoit à l'état déphlogiſtiqué dans le ſublimé corroſif ; mais comme l'alkali & la chaux lui enlèvent l'acide marin, de la même manière qu'ils l'enlèvent aux autres muriates métalliques, & que ces deux ſubſtances n'ont que peu d'action ſur l'acide marin déphlogiſtiqué, il penſe que cet acide, dans le ſublimé corroſif, ſe trouve au même état que dans les autres diſſolutions métalliques. D'ailleurs, puiſque le précipité *per ſe* forme immédiatement du ſublimé corroſif avec l'acide marin, il faudroit alors que l'acide lui enlevât une portion d'air vital pour prendre l'état déphlogiſtiqué : il paroît cependant, qu'il a avec ce principe une moindre affinité que le mercure, car ne s'unit avec les ſubſtances métalliques, qui ne peuvent pas décompoſer l'eau, qu'autant qu'elles ſont combinées d'avance à l'air vital.

Page 94.] M. Tillet, de l'Académie des Sciences, ayant répété les expériences de Brandt ſur la diſſolution de l'or par, l'acide nitreux, a cru pouvoir aſſurer « que l'or pur, en lame & » ductile, peut être *attaqué* juſqu'à un certain » point par l'acide nitreux concentré, dans une » opération forcée & très-long-tems ſoutenue, » mais qu'il n'eſt jamais *diſſous* véritablement, » ni en tout, ni en partie, par ce même acide

» seul, quelque concentré qu'on le suppose ; » il n'admet qu'une action méchanique, qu'il distingue en deux effets différens, la simple *suspension* & l'*érosion*. La première a lieu dans l'opération du départ, & la seconde, quand on expose l'or pur, en cornets ou en lames, à l'ébullition dans l'acide nitreux.

M. de Morveau & le Traducteur Anglois de la dissertation qui nous occupe, ne croient pas que les faits rapportés en preuve par M. Tillet, soient incompatibles avec une vraie dissolution ; nous allons les rapporter en abrégé, afin de mettre nos Lecteurs en état de juger eux-mêmes la question.

L'acide nitreux, qui avoit bouilli long-tems sur l'or précipité dans l'opération du départ, étoit coloré même après le repos ; il laissoit précipiter un flocon d'or, en le faisant bouillir avec de l'argent ; une partie du même acide, filtrée à travers un papier gris plié en quatre, ne précipitoit plus d'or par l'addition de l'argent, mais le filtre étoit teint d'une belle couleur pourpre, & lorsqu'on l'eût réduit en cendres & coupellé, on en obtint exactement la même quantité d'or, qu'on avoit obtenue par la précipitation d'un même poids de cet acide.

L'or qu'on obtient dans l'un & l'autre cas, n'eſt plus attaqué enſuite par l'acide nitreux, quelque moyen que l'on employe pour cet effet. Le flocon obtenu dans la première expérience, eſt ductile après un ſimple recuit

Si on laiſſe repoſer quelque tems l'acide qui a bouilli, & s'eſt beaucoup réduit ſur l'or de départ, une partie de l'or ſe précipite au fond du vaſe, & une autre plus légère ſurnage; toutes deux ſont dans l'état métallique. Une goutte de cette liqueur, examinée au microſcope, montre diſtinctement des particules d'or avec leur brillant métallique. En la faiſant évaporer lentement, les petites particules d'or voltigent quelque tems dans la liqueur, adhèrent peu-à-peu, & forment un flocon qui ſe précipite au fond; & lorſqu'on évapore à ſiccité, elles forment un enduit qui a le brillant métallique, &c.

La précipitation de l'or par l'argent, la couleur pourpre de celui qui reſte ſur le filtre, & qui eſt une vraie précipitation par la ſubſtance même du filtre, l'homogénéite & la couleur de l'acide, couleur qu'il perd lorſqu'on en ſépare l'or par un moyen quelconque, ne ſemblent-elles pas indiquer une véritable diſſolution?

Si l'or ſe montre avec ſon brillant, lorſqu'on examine au microſcope une goutte d'acide qui en contient, ne pourroit-on pas dire qu'il y a quelques parties diſſoutes, & d'autres ſimplement ſuſpendues, ou que l'expoſition à la lumière a ſuffi pour dégager le peu d'air vital qui avoit réduit l'or en chaux, ou enfin que l'évaporation, en diminuant la quantité du diſſolvant, lui ôtoit la faculté de tenir l'or en diſſolution ? Cette dernière conſidération & la ſeconde, s'appliquent également à l'or qui ſe précipite par l'évaporation : la ſeconde, à celui qui voltige & ſe raſſemble par le ſimple repos ; enfin on entend de reſte pourquoi l'or ſe revivifie en évaporant à ſiccité.

L'or qu'on a retiré de l'acide nitreux, ne peut plus être attaqué enſuite par le même menſtrue. Ce fait, tout ſingulier qu'il paroiſſe, n'eſt pas plus favorable à l'opinion de la ſuſpenſion ou de l'éroſion, qu'il n'eſt contraire à celle de la diſſolution. L'alliage peut rendre ſoluble un métal, dans un menſtrue qui ne l'attaque pas ſéparément, comme il peut empêcher la diſſolution dans d'autres cas. Enfin toutes les objections que l'on peut faire contre une vraie diſſolution, qui d'ailleurs paroît prouvée par la couleur pourpre reſtée ſur le filtre, peuvent également s'ap-

pliquer à la ſimple action méchanique. Voyez au reſte, (Encyclop méthod. chym. tom. I. pag. 172 & ſuiv.), où M. de Morveau a diſcuté ce point avec autant de ſagacité que d'impartialité.

§. XIX.

Pag. 97.] M. Berthollet (*Journal de Med. 1780 p. 50, & Mém. de l'Acad. 1780*), avoit adopté l'opinion de Bergman ſur la cauſticité de certains ſels métalliques ; il avoit même cité pluſieurs faits qui ſembloient mettre cette opinion hors de doute ; mais on peut expliquer la choſe auſſi facilement, en rejettant l'opinion du phlogiſtique ; il ſuffit de dire que les ſels métalliques, toutes choſes égales d'ailleurs, agiſſent avec d'autant plus d'énergie ſur les ſubſtances animales, que leurs baſes ſont pourvues d'une plus grande quantité de principe oxygène : celui-ci ayant plus d'affinité avec l'huile & le principe charbonneux, qui ſe rencontre dans ces ſubſtances, qu'avec les métaux, quitte ces derniers pour s'unir avec elles. Si celles-ci dépouilloient les métaux de tout leur air vital, alors l'acide qui les tenoit en diſſolution, exerceroit ſon action ſur les ſubſtances animales. Un fait rapporté par M. Berthollet, prouve ce que nous venons d'annoncer : de la chair miſe dans une dif

ſolution de ſublimé corroſif, en précipite du mercure doux, qui tient moins d'air vital & d'acide marin que le ſublimé corroſif.

Suivant M. de Morveau, l'acide du fluor minéral, n'attaque ni l'étain, ni le cobalt, & même il n'agit que très-difficilement ſur le plomb.

§. X X.

Il eſt aiſé de comprendre comment l'arſenic blanc ſe convertit en acide dans les deux méthodes citées par Bergman : nous avons vu que cette chaux décompoſoit l'acide marin déphlogiſtiqué, & prenoit le caractère acide en s'emparant de ſon air vital, & l'on ne fait ici que produire l'acide marin déphlogiſtiqué, & le mettre en contact avec la chaux d'arſenic. Toutes les autres manières d'obtenir l'acide arſenical, ſans le concours de l'acide marin déphlogiſtiqué, reviennent à celle-ci : dans toutes, la chaux d'arſenic enlève aux ſubſtances qu'on lui ajoute, une quantité de principe oxygène ſuffiſante pour lui donner le caractère acide.

L'acide arſenical en liqueur ſe décompoſe, d'après les expériences de M. Pelletier, en faiſant paſſer à travers une grande quantité de gas

inflammable ; il ſe trouve même réduit à l'état de régule, parce que le gas inflammable trouvant l'air vital, avec lequel il a beaucoup d'affinité, dans un état propre à la combinaiſon, il s'y unit, forme de l'eau, & l'arſenic reſte à nud. Si cette expérience ne réuſſit pas avec une diſſolution d'*arſeniate de potaſſe*, on doit l'attribuer à l'affinité de la potaſſe pour l'acide arſenical, affinité qui l'emporte ſur celle du gas inflammable pour le principe oxygène du même acide. Enfin puiſque l'arſenic devient acide par ſa combinaiſon avec l'air vital, toutes les ſubſtances qui auront avec ce principe une plus grande affinité, doivent lui rendre ſon premier état.

Il n'eſt pas étonnant que l'acide arſenical ne donne point de gas inflammable en diſſolvant le fer, car l'eau, dans ce cas, n'a pas beſoin de ſe décompoſer pour fournir au fer le principe oxygène que l'acide lui a cédé en redevenant arſenic blanc, & le gas inflammable, qui fait l'autre partie conſtituante de l'eau, ne doit pas s'échapper.

§. XXI.

M. Cadet a cru que l'acide ſédatif étoit toujours compoſé des acides qui avoient ſervi à le ſéparer du borax, & MM. Struve & Exſchaquet

Quoique l'acide ſaccharin attire la chaux avec beaucoup d'énergie, il eſt cependant des cas où il n'en indique pas la préſence. Schéele, en faiſant l'analyſe du calcul, & voyant que l'acide ſaccharin n'en précipitoit rien, avoit conclu que la chaux ne s'y rencontroit pas; mais Bergman qui avoit obſervé ſouvent, qu'une troiſième ſubſtance qu'on employe pour en ſéparer deux qui étoient combinées auparavant, s'unit quelquefois aux deux premières, ſoupçonna que les choſes ſe paſſoient ainſi dans l'expérience de Schéele; ce qu'il reconnut en calcinant une partie de calcul, qui lui donna une ſubſtance, dans laquelle il étoit impoſſible de ne pas trouver les caractères de la terre calcaire. (*Mem. de Stockl. vol. XXXVII. pag. 333*).

§. XXIII.

Page 112.] MM. Hermbſtadt & Weſtrumb ſont parvenus à convertir l'acide tartareux en acide ſaccharin. Le premier en a retiré 4 gros 2 ſcrupules de 6 gros d'acide tartareux; & le ſecond a obtenu la même quantité, d'une once de tartre, traitée par l'acide nitreux de la manière ſuivante.

Il fit diſſoudre à une légère chaleur, une once

de tartre, dans de l'acide nitreux foible, il expoſa le tout au ſoleil : au bout de quelques jours, il en retira 2 gros 6 grains de cryſtaux de nitre, & lorſque la liqueur n'en fournit plus, il y ajouta 2 onces de fort acide nitreux, il ſe produiſit des vapeurs rouges ; il continua d'ajouter de nouvel acide nitreux, pendant que la liqueur reſta viſqueuſe, & donna des vapeurs rouges ; en tout il en employa 4 onces, & en évaporant, il obtint la quantité d'acide ſaccharin que nous venons d'indiquer.

§. XXIV.

Juſqu'à M. Schéele, tous les Chymiſtes avoient conſidéré l'acide oxalin & celui du ſucre, comme deux ſubſtances très-diſtinctes ; mais cet ingénieux Phyſicien eſt parvenu à démontrer, que ce n'étoit qu'un ſeul & même acide : voici la méthode qu'il employa pour avoir l'acide oxalin dans toute ſa pureté.

Il ſatura une certaine quantité d'eau tiède, de ſel d'oſeille purifié ; il verſa ſur cette diſſolution, de celle d'acète de plomb, juſqu'à ce qu'elle n'occaſionnât plus de précipité, & tint note de la quantité qu'il en avoit employée. Il décompoſa une égale quantité d'acète de plomb, par

le moyen de l'acide vitriolique affoibli, & prit également le poids de l'acide vitriolique qu'il avoit fallu pour cet effet. Verſant alors un même poids d'acide vitriolique, ſur ſon premier précipité d'oxalte de plomb bien édulcoré, & faiſant digérer le tout pendant quelques heures, l'acide vitriolique s'empara de la chaux de plomb; alors filtrant le tout, le vitriol de plomb reſta ſur le filtre, & la liqueur évaporée donna l'acide oxalin libre & pur, cryſtalliſé en beaux priſmes.

Le même Chymiſte parvint enſuite à régénérer le ſel d'oſeille, en prenant la précaution de ne verſer que goutte à goutte, la diſſolution de potaſſe ſur de l'eau ſaturée d'acide ſaccharin, & d'attendre quelques inſtans après chaque goutte: pendant l'effervescence, la liqueur ſe remplit de petits cryſtaux de véritable ſel d'oſeille. Schéele avoit été conduit à cette manière d'opérer, en voulant régénérer le ſel d'oſeille avec l'acide oxalin lui-même; quoiqu'il eût mis celui-ci en excès, dans une diſſolution de potaſſe, il n'obtenoit point de ſel, même au bout de quelques heures; il y ajouta un peu d'acide, & ſur le champ il eut une quantité conſidérable de cryſtaux de ſel d'oſeille.

C'eſt la difficulté d'obtenir l'acide oxalin libre,

& celle de régénérer le ſel d'oſeille par l'acide du ſucre, qui avoient empêché les Chymiſtes de reconnoître l'identité de ces deux acides, qui ſe reſſembloient d'ailleurs ſi fort par la plupart de leurs propriétés. A préſent que cette parfaite identité eſt prouvée, l'acide oxalin doit être regardé comme l'acide ſaccharin naturel, & toutes les propriétés de ce dernier lui conviennent.

§. XXV.

L'acide du citron peut cryſtalliſer, ſi on le débarraſſe de la matière gommeuſe & ſavonneuſe qui ſe trouve dans le ſuc de citron; l'on en vient à bout en ſaturant de craie cet acide, & en le dégageant enſuite du citrate calcaire bien édulcoré, par le moyen de l'acide vitriolique.

M. Schéele, auteur de cette découverte, recommande d'affoiblir l'acide vitriolique de dix parties d'eau, & de faire bouillir le mélange quelques minutes. La liqueur eſt enſuite filtrée à froid, & l'on y laiſſe encore tomber quelques gouttes d'acide vitriolique, pour s'aſſurer qu'il n'y reſte plus de chaux, car la plus petite partie de celle-ci empêche la cryſtalliſation.

L'acide du citron pur, ne donne point d'acide

ſaccharin, ſi on le traite par l'acide nitreux ; au lieu que le jus de citron en donne à cauſe du mucilage & de la partie ſavonneuſe qu'il contient. (*Mém. de Schéele, édit franç., 2 part. pag.* 202).

§. XXIX.

On avoit cru juſqu'à ces derniers tems, que le vinaigre étoit un produit de la fermentation, & qu'il ne ſe montroit que dans les ſubſtances qui avoient paſſé auparavant par la fermentation vineuſe : il paroît cependant par une lettre de M. Crell à M. d'Arcet, inſérée dans le Journal de Phyſique, *tome* XXVII, *page* 297, que cet acide ſe produit quelquefois, ſans que l'on puiſſe donner le nom de fermentation, aux circonſtances qui déterminent cette production. Car, 1°. l'acide ſaccharin pur, bouilli avec 12 ou 14 parties d'acide nitreux, diſparoît entièrement, mais on trouve dans le récipient de l'acide nitreux phlogiſtiqué, du vinaigre, de l'acide méphitique, de l'air vital, & dans la cornue un peu de terre calcaire.

2°. Le même acide, bouilli avec ſix parties d'acide vitriolique, donne du vinaigre, de l'acide ſulfureux, de l'acide méphitique, & le réſidu eſt de l'acide vitriolique très-pur.

3°. Si l'on fait bouillir enſemble une partie d'acide du ſucre, une partie & demie de manganèſe avec ſuffiſante quantité d'acide nitreux, la manganèſe ſe diſſout preſqu'en entier, & il paſſe dans le récipient du vinaigre & de l'acide nitreux déphlogiſtiqué.

4°. En faiſant bouillir de l'acide tartareux & de la manganèſe avec de l'acide vitriolique, on trouve également du vinaigre dans le récipient avec de l'acide vitriolique, & la manganèſe eſt diſſoute.

5°. On obtient pareillement du vinaigre, lorſqu'on fait bouillir l'acide tartareux avec la manganèſe & l'acide nitreux.

Si l'on ſuppoſe à préſent, que le tartre eſt tout formé dans le ſuc de raiſin, comme M. Rouelle l'a prouvé, il eſt évident que dans toutes les expériences que nous venons de rapporter, il ſe produit du vinaigre, & que l'on n'apperçoit dans aucune, le phénomène auquel on a donné le nom de fermentation. Cependant, ſi l'on vouloit abſolument donner cette dénomination, à l'effet qui réſulte des différentes affinités, qui ſont miſes en jeu dans ces circonſtances, nous paſſerions volontiers condamnation là-deſſus, mais

il en réſultera toujours une vérité inconteſtable en Chymie, c'eſt que pluſieurs acides végétaux peuvent ſe convertir les uns dans les autres, & la différence qu'on trouve entre eux, ne dépend que d'un peu plus ou un peu moins, d'air vital, de principe huileux ou charbonneux : & pour nous borner à quelques preuves de cette aſſertion, nous dirons ſeulement, que M. Crell a obtenu de véritable acide du tartre, en ſaturant de craie le réſidu de l'eſprit de nitre dulcifié, & décompoſant enſuite par l'acide vitriolique, le ſel qui en eſt réſulté. On ſavoit déjà, qu'on obtenoit l'acide ſaccharin en évaporant le même réſidu ; au lieu que le même Chymiſte en a retiré du vinaigre, en le traitant avec beaucoup d'acide nitreux ; de ſorte que ce mélange produit de l'acide tartareux, de l'acide ſaccharin ou du vinaigre, à proportion que l'acide nitreux a exercé ſur lui ſon action, plus ou moins long-tems ; & comme dans toutes ces opérations, il ſe dégage du gas nitreux & de l'acide méphitique, il eſt clair que d'un côté l'acide nitreux a été décompoſé, & a cédé une portion d'air vital, tandis que de l'autre, il eſt également évident, que la ſubſtance qui s'en eſt emparée, a perdu à meſure de ſon principe charbonneux, ſans parler du gas inflammable, qui a pu former de l'eau, dont on n'a pas tenu compte.

Ajoutons

Ajoutons à cela, que l'acide malusien & l'acide tartareux peuvent se convertir en acide saccharin, lorsqu'on les traite directement par l'acide nitreux, & nous aurons la preuve complette de ce que nous venons d'avancer.

Il faut néanmoins convenir que si la différence que l'on rencontre entre tous ces acides, tient à si peu, elle influe malgré cela singulièrement sur leurs propriétés; car, sans parler de celles qui sont connues de tout le monde, l'acide tartareux & le vinaigre saturés de potasse & dissous dans l'eau, se détruisent spontanément, comme M. Berthollet l'a démontré, tandis que le sel d'oseille ne souffre pas la moindre altération.

Il paroîtroit d'après ce que nous venons de dire, que le vinaigre seroit le dernier terme de la combinaison du principe oxygène avec la base acidifiable des acides végétaux; cependant M. Berthollet a fait voir qu'il est susceptible de se saturer plus ou moins de ce principe, & c'est en quoi consiste la différence entre le vinaigre radical & le vinaigre distillé; amenés tous deux au même degré de concentration, ils exigent, pour se saturer, des doses très-différentes d'alkali; le vinaigre radical fait quitter prise à l'acide acéteux, & forme avec l'alkali un sel

cryſtalliſable & permanent : mais cet acide n'a pas encore été ſuffiſamment examiné, pour qu'on ait pu déterminer en quoi diffèrent ſes affinités de celles du vinaigre.

§. XXXII.

Le célèbre Crell, dont les expériences & celles de M. Ségner nous avoient fait connoître l'acide ſébacé, eſt parvenu à le retirer du ſuif, ſans recourir à la diſtillation. Il réduit en ſavon la graiſſe ou le ſuif, & après l'avoir diſſout dans l'eau bouillante, il le décompoſe par le moyen de l'alun diſſout auparavant dans l'eau ; (la doſe eſt à-peu près de 22 onces pour dix livres de ſavon) ; la liqueur filtrée & évaporée, donne un ſel, qui, diſtillé avec un cinquième d'acide vitriolique, fournit à-peu-près 5 onces d'acide jaune & fumant. On le rectifie enſuite en le diſtillant de nouveau ſur une portion du même ſel ; & pour cet effet, M. Crell ne décompoſe que les trois quarts de ſon ſel par l'acide vitriolique ; il réſerve l'autre quart pour rectifier l'acide, & il l'obtient alors abſolument décoloré, quoique fumant & d'une odeur très-pénétrante.

Bergman doutoit ſi les alkalis cédoient cet

acide aux terres, il ſoupçonnoit même que le contraire devoit avoir lieu. M. de Morveau a confirmé ſa conjecture, ſans cependant décider exactement la place de la terre peſante qu'il place à la tête ; il met l'alkali végétal & l'alkali minéral avant la chaux & la magnéſie, l'alkali volatil vient enſuite, puis l'argille & les chaux métalliques, &c.

§. XXXIII.

M. Lavoiſier a donné dans les Mémoires de l'Académie (*Ann.* 1780, *pag.* 349 *& ſuiv.*), une manière de ſe procurer l'acide phoſphorique, ſans recourir à la combuſtion. Ce moyen conſiſte à diſſoudre le phoſphore dans l'acide nitreux, & à chaſſer enſuite par la diſtillation l'acide nitreux ſurabondant. Il ſe produit une grande quantité de gas nitreux, qui provient de la décompoſition de l'acide, & l'air vital ſe combine en même tems avec le phoſphore, & forme l'acide phoſphorique.

§. XXXIV.

M. Klaproth vient de démontrer que l'acide perlé n'eſt que l'acide phoſphorique, combiné à un peu de natrum (*Crell, Annal* 1785, *part.* 1,

pag. 238). Le célèbre Rouelle avoit vu & décrit les mêmes faits, & en avoit tiré la même conſéquence que M. Klaproth ; ce fut cependant parce qu'il conſervoit quelques doutes ſur cet objet, que M. Prouſt entreprit ſon travail ſur le ſel perlé, & qu'il crut y avoir découvert un acide particulier, adopté enſuite par le célèbre Bergman, & tous les autres Chymiſtes. Voici les faits qui démontrent l'identité de cet acide avec celui du phoſphore.

Si l'on verſe dans la diſſolution de ſel perlé, celle de nitre ou de muriate calcaire, il ſe forme à l'inſtant un précipité, qui eſt la terre des os, & d'où l'on peut retirer l'acide phoſphorique, par le moyen de celui du vitriol.

L'acide phoſphorique le plus pur, ſaturé de ſoude avec excès, donne un vrai ſel perlé, que l'on peut convertir en acide perlé en lui enlevant l'excès de ſoude par le vinaigre, ou ſimplement en lui ajoutant de l'acide phoſphorique.

Si l'on ajoute un peu de phoſphate ammoniacal artificiel dans une diſſolution de ſel perlé, on en retire par la cryſtalliſation un vrai ſel microcoſmique ; & ſi l'on expoſe au feu ce dernier ſel, ſoit celui qu'on vient de former, comme nous

venons de le dire, ſoit celui que l'on retire de l'urine, & que l'on faſſe partir tout l'alkali volatil; que l'on ajoute enſuite un peu de ſoude pour ſaturer l'acide, on forme de nouveau le ſel perlé; de ſorte que l'on peut, à volonté, transformer ces deux ſels l'un dans l'autre, & que l'acide perlé eſt tout auſſi propre à donner du phoſphore: il ſuffit ſeulement de le dégager de ſa baſe alkaline. C'eſt ce que fait le muriate de plomb, dans le procédé de Margraaf pour faire le phoſphore, &c.

§. XXXV.

Toutes les expériences que l'on a faites juſqu'ici ſur le principe colorant du bleu de Pruſſe, avoient démontré que cette ſubſtance, qui fait les fonctions d'acide dans bien des cas, contenoit de l'alkali volatil; on a prétendu qu'elle contenoit auſſi de l'acide phoſphorique: mais M. Berthollet, qui vient de s'en occuper avec le ſuccès que l'on étoit en droit d'attendre de lui, s'eſt aſſuré que cet acide n'y eſt qu'accidentel, tandis que l'alkali volatil s'y rencontre toujours: il a découvert d'ailleurs d'autres propriétés, que l'on verra dans le Mémoire qu'il a lu à l'Académie à ce ſujet.

§. XXXVI.

L'on ne confond plus aujourd'hui l'acide méphitique avec l'acide ſulfureux ; mais on diſpute ſur la nature du premier. Les partiſans du phlogiſtique prétendent que cet acide réſulte de la combinaiſon de l'air vital avec le phlogiſtique, au lieu que M. Lavoiſier a démontré qu'il eſt compoſé d'air vital, & d'un principe qui ſe rencontre dans le charbon, auquel il a donné le nom de principe charbonneux. Il regarde le charbon comme un mélange de ſubſtance charbonneuſe, de gas inflammable aqueux, d'un peu de terre & d'alkali fixe : ôtez ces trois dernières ſubſtances du charbon, & il reſtera la matière charbonneuſe pure. Si le charbon eſt pur, & qu'on le calcine ſuffiſamment, on en dégage tout le gas inflammable ; & ſi l'on vient à le brûler alors dans l'air vital, il ne reſtera qu'un peu de cendre, compoſée de toute la terre & de tout l'alkali que le charbon contenoit ; mais l'air vital, dans lequel on aura opéré cette combuſtion, ſe trouvera changé en acide méphitique, & augmenté de poids. L'augmentation qui lui ſurvient, égale exactement le poids que le charbon a perdu. Si le charbon n'étoit pas calciné ſuffiſamment, le poids de

l'air fixe qui réſulte de ſa combuſtion, ſeroit moindre que la ſomme du poids de l'air vital & de celui du charbon conſommé ; parce que dans ce cas, le gas inflammable ſe combine avec l'air vital, & forme de l'eau ; & le poids de la quantité de ces deux principes qui ſe combinent pour cet effet, doit être retranché de celui que l'on auroit dû obtenir, ſi tout l'air vital avoit ſervi à convertir la matière charbonneuſe en air fixe. M. Lavoiſier eſt parvenu à calculer la quantité préciſe de matière charbonneuſe & d'air vital, contenue dans un poids donné d'air fixe, & il a trouvé que cet acide tenoit par quintal, 28 parties de ſubſtance charbonneuſe, & 72 d'air vital ou principe oxygène. Ce célèbre Phyſicien a varié & répété ces expériences avec tant d'exactitude, qu'il eſt impoſſible de ſe refuſer à ſes preuves ; & il s'enſuit que toutes les fois que l'on obtient de l'air fixe, le principe charbonneux ſe rencontre dans la ſubſtance qui l'a produit. C'eſt ainſi que le principe charbonneux exiſte dans le poulmon, qui convertit l'air en acide méphitique, & dans certains métaux, qui donnent de l'air fixe, lorſqu'on les diſſout par un acide, &c.

Il paroît par les expériences de M. Sennebier, que la végétation décompoſe l'acide méphitique ;

car les plantes croiſſent plus vigoureuſement, lorſqu'elles ſont arroſées avec de l'eau chargée de cet acide, & ſi on les expoſe à la lumière du ſoleil dans une telle eau, elles donnent beaucoup plus d'air vital. L'acide a donc laiſſé dans la plante ſon principe charbonneux, à meſure que la lumière a rendu l'élaſticité à l'air vital.

M. le Comte de Morozzo a cru être parvenu à décompoſer l'acide méphitique, en calcinant une once de mercure dans un matras, auquel il avoit adapté une veſſie remplie de ce gas. Cette ſubſtance métallique étoit dans le fond du matras, d'un rouge vif comme le précipité *per ſe*; les trois quarts du gas contenu dans la veſſie, diſparurent, & le réſidu pouvoit ſervir à la combuſtion, mieux que le meilleur air atmoſphérique. (*Encyclop. méthod. chym., tom.* 1, *pag.* 91). Si cette expérience avoit été faite avec exactitude, il auroit été difficile aux partiſans du phlogiſtique de rendre raiſon des phénomènes annoncés par M. le Comte de Morozzo. En effet, comment le mercure peut-il ſe calciner & perdre ſon phlogiſtique dans un gas qui redevient air vital, & qui a perdu par-là le phlogiſtique, qui lui donnoit les propriétés d'un acide? M. Monge vient de faire une expérience à-peu-près ſemblable; il a calciné du mercure dans du gas méphitique,

& il en a obtenu du gas inflammable. Voilà sûrement une preuve sans réplique, que les métaux, en se calcinant, perdent leur phlogistique; mais cet excellent Physicien a vu que ce gas inflammable provenoit de la décomposition de l'eau, tenue en dissolution par l'acide méphitique; l'affinité de celui-ci pour la chaux de mercure, a déterminé cette décomposition; le mercure s'est emparé de l'air vital de l'eau; le gas inflammable est devenu libre, & l'acide méphitique s'est combiné à la chaux qui est résultée de l'union du mercure avec le principe oxygène. Ainsi tous ces faits ne sont pas contraires à la théorie que M. Lavoisier a si bien démontrée.

§. XXXVII. & XXXVIII.

Les alkalis fixes caustiques sont susceptibles de cristalliser, en les traitant par l'esprit-de-vin, comme l'a prouvé M. Berthollet. Il suffit de mêler celui-ci à la lessive caustique, rapprochée en consistance de syrop, d'en distiller une partie, de décanter la liqueur qui surnage les cristaux que l'on obtient par le refroidissement. Cette liqueur soumise de nouveau à la distillation, se divise très-distinctement en deux couches: la supérieure, qui a une apparence huileuse, séparée & évaporée de nouveau, fournit en ré-

poſent l'alkali volatil. M. Berthollet y eſt parvenu en décompoſant le gas alkalin très-pur, par le moyen de l'étincelle électrique, juſqu'à ce que l'on n'obſervât plus d'augmentation de volume dans ce gas, & que l'eau que l'on y introduiſoit, n'y occaſionnât aucune diminution; alors en faiſant détonner à l'eudiomètre de Volta, avec une ſuffiſante quantité d'air vital, le mélange réſultant de cette décompoſition, on étoit sûr d'avoir détruit tout le gas inflammable; ces expériences ont prouvé, que quatre meſures de gas alkalin contenoient 2, 9mes. de gas inflammable, & 1, 1mes. de moſette, ou en prenant les poids de ces deux fluides; celui de la moſette contenue dans l'alkali, doit être à celui du gas inflammable, dans le rapport de 121 : 29.

Les conſéquences qui découlent néceſſairement de cette belle découverte, ſont 1°. que toutes les ſubſtances qui donnent de l'alkali volatil, ſoit à la diſtillation, ſoit par la putréfaction, contiennent de la moſette: c'eſt encore un nouveau caractère qui ſert à diſtinguer les ſubſtances animales, de celles qui ſont purement végétales; caractère que M. Berthollet a parfaitement établi, en les traitant les unes & les autres par l'acide nitreux. Les premières, outre le gas ni-

reux & l'air fixe, lui ont donné de la mofette en grande quantité, avant que l'on eût pu ſoupçonner, qu'elle provenoit de la décompoſition de l'acide, au lieu que les dernières ne lui en ont pas fourni.

2°. Que le gas inflammable, qui fait l'autre principe de l'alkali volatil, doit provenir de la ſubſtance même qui donne l'alkali volatil; ou plutôt, comme M. Berthollet le penſe, de la décompoſition de l'eau, qui a lieu en même tems, & qui eſt prouvée par l'acide méphitique qui accompagne preſque toujours l'alkali, & qui, n'étant qu'une combinaiſon de matière charbonneuſe & d'air vital, emprunte probablement ce dernier de l'eau qui s'eſt décompoſée.

3°. Enfin, que dans la détonnation de l'or fulminant, il paroît que ſes effets ſont dûs en partie à la mofette qui ſe dégage, & en partie à l'eau qui ſe forme & qui entre ſubitement en expanſion.

L'or fulminant expoſé à une douce chaleur, ne détonne pas; il en eſt de même ſi on le chauffe doucement dans une boule de métal. Dans le premier cas, l'alkali volatil ſe diſſipe inſenſiblement, ſans ſe décompoſer; & il pa-

Il reſtoit à prouver par l'analyſe, ce que la ſynthèſe venoit de démontrer; & pour cela trouver quelque ſubſtance qui eût plus d'affinité avec l'un des principes de l'eau, que celui-ci n'en avoit avec l'autre, & c'eſt à quoi l'on eſt également parvenu. On ſavoit que le fer & le zinc ſe calcinent dans l'eau diſtillée, & qu'il ſe dégage alors du gas inflammable; il ſe dégage de même, ſoit en éteignant un fer rouge dans l'eau, comme l'ont prouvé MM. Haſſenfratz, Stoultz & d'Hellancourt, ſoit en diſſolvant le fer ou le zinc dans les acides vitriolique & marin; mais il eſt clair que dans tous ces cas, ces métaux ſe trouvent augmentés de poids, & que cette augmentation provient de l'air vital auquel ils ſe ſont combinés. Or, dans la première & la troiſième expérience, cet air vital ne peut venir de l'atmoſphère, puiſque l'opération réuſſit ſans le contact de l'air. Il provient donc de l'eau qui ſe décompoſe dans la première, & le gas inflammable que l'on obtient, n'a pas d'autre origine; dans la troiſième, l'air vital qui réduit le métal en chaux, & le gas inflammable, ſont également dûs à une portion d'eau qui ſe décompoſe; les acides n'en ont pas fourni: car ſi cela étoit, en précipitant la diſſolution par un alkali, on ne devroit pas retrouver la même quantité de ſel, que l'on auroit obtenue

obtenue d'un poids d'acide pur, égal au poids de celui qui a ſervi à diſſoudre le métal ; c'eſt cependant ce qui arrive : il s'enſuit néceſſairement que l'eau a fourni l'air vital, & que le gas inflammable n'eſt pas fourni par le métal, qui, loin de rien perdre, a augmenté de poids. D'un autre côté, ſi le gas inflammable provenoit du métal, on devroit en obtenir, en le diſſolvant par l'acide nitreux, à moins que l'on ne ſuppoſe qu'il fait partie conſtituante du gas nitreux qui s'échappe alors ; mais dans ce cas, le gas inflammable devroit reparoître ; lorſque l'on combine le gas nitreux avec l'air vital. Néanmoins, ſi l'expérience eſt bien faite, le réſultat n'eſt que de l'acide nitreux pur, & ſans aucun réſidu. Ajoutons à cela que le mercure qui donne du gas nitreux en ſe diſſolvant, ne peut pas fournir de gas inflammable à l'acide nitreux, puiſqu'il ſe revivifie par la chaleur ſeule, & ſans qu'il ſoit néceſſaire de lui reſtituer le gas inflammable, qu'il auroit dû perdre en ſe calcinant.

Puiſque le fer décompoſe l'eau par la voie humide, M. Lavoiſier conjectura qu'une forte chaleur, augmentant l'affinité de ce métal pour le principe oxygène, & donnant en même tems l'élaſticité au gas inflammable, favoriſeroit davantage cette décompoſition. Tout le monde con-

noît les brillantes expériences qu'il a faites à ce ſujet ; l'on ſait que l'eau s'eſt décompoſée rapidement, que le fer a augmenté d'environ 25 liv. par quintal, & s'eſt trouvé converti en éthiops, il s'eſt dégagé 930198 pouces cubes de gas inflammable, qui, brûlés de nouveau avec une ſuffiſante quantité d'air vital, ont reproduit l'eau qui avoit diſparu pendant l'expérience.

Ce célèbre Académicien a éprouvé enſuite les différentes ſubſtances, capables de décompoſer l'eau par le moyen de la chaleur, & il a trouvé que le charbon, le fer & le zinc, avoient cette propriété, que les autres métaux ne poſſèdent pas : ceux-ci au contraire ayant moins d'affinité avec l'air vital que n'en a le gas inflammable, ſe revivifient dans ce dernier fluide, & la quantité qui s'en détruit alors, eſt toujours proportionnée à celle du principe oxygène que contiennent leurs chaux. Il en eſt de même de la quantité d'eau qui en réſulte : c'eſt ainſi qu'une livre, trois onces, deux gros, cinquante-huit grains de gas inflammable, revivifient 108 liv. de précipité rouge, & qu'il en réſulte neuf liv. trois onces, deux gros, cinquante-huit grains d'eau. Il eſt aiſé de comprendre que les chaux des métaux qui peuvent décompoſer l'eau, ne ſe revivifient pas dans le gas inflammable, car leurs

régules ont avec l'air vital, une affinité plus forte que le gas inflammable.

Si l'on diſſout dans l'acide vitriolique un métal capable de décompoſer l'eau, la calcination s'opère, tantôt aux dépens de l'acide, & alors il n'y a plus dégagement de gas inflammable, tantôt aux dépens de l'eau, ſuivant que l'acide eſt plus ou moins concentré; d'où il ſuit que le principe oxygène tient au ſoufre dans l'acide, à peu-près avec la même force, qu'il tient au gas inflammable dans l'eau, & qu'il ne faut qu'une légère circonſtance pour déterminer la décompoſition de l'un plutôt que de l'autre. M. de la Place a expliqué ce phénomène de la maniere ſuivante. L'acide vitriolique concentré, expoſé à l'air, en attire l'humidité, juſqu'à ce qu'il en ſoit ſaturé à un certain point. Si on vient alors à lui ajouter de nouvelle eau, on peut concevoir qu'il contient une eau de ſaturation, & une eau ſurabondante à la ſaturation. Si l'on jette du fer dans cet acide, il agira ſur cette eau en quelque façon libre, parce que ſon action ne ſera contrebalancée par aucune force: l'eau en ſe décompoſant, lui fournira le principe oxygène, pendant que le gas inflammable ſe dégagera. Au contraire, ſi l'acide eſt très-concentré, il contiendra moins d'eau qu'il n'en faut pour la ſaturation; une

partie de l'acide pourra être conſidérée comme ſaturée, & l'autre comme libre en quelque ſorte. Le fer attaquera de préférence la dernière portion, & n'agira pas ſur l'eau, qui tient avec un certain degré de force, à la portion qu'elle ſature.

Si l'acide ſe décompoſe plus facilement que l'eau, la calcination ſe fait preſque toujours à ſes dépens : c'eſt ainſi que l'acide nitreux ne donne de gas inflammable, que lorſqu'il eſt étendu de beaucoup d'eau ; encore la quantité que l'on en obtient, eſt très-peu conſidérable, & toujours accompagnée de gas nitreux. L'acide marin au contraire, que l'on n'a pas pu décompoſer juſqu'à préſent, ne calcine les métaux qu'à l'aide de l'eau à laquelle il eſt combiné, & n'a point d'action ſur ceux qui ſont incapables de la décompoſer.

Plus une ſubſtance métallique eſt échauffée ; plus elle acquiert d'affinité avec le principe oxygène, parce que la chaleur écartant les molécules, diminue leur affinité d'agrégation, & les diſpoſe à s'unir plus facilement à l'oxygène & au diſſolvant. D'ailleurs, elle tend également à ſéparer les principes de l'eau & ceux de l'acide, de ſorte que l'oxygène engagé moins fortement dans ſa combinaiſon, s'unit plus facilement au

métal : ainſi en faiſant chauffer une diſſolution métallique, elle devient capable de calciner une nouvelle quantité de métal, ou celui qui étoit tenu en diſſolution, ſe calcine davantage; c'eſt ce qui s'obſerve à l'égard du fer & des acides nitreux & vitriolique.

Le gas inflammable qui ſe dégage d'une diſſolution métallique, paroît recevoir le principe de l'élaſticité de l'air vital de l'eau: car celui-ci, qui en contient beaucoup, doit en abandonner, toutes les fois qu'une affinité ſupérieure le force d'entrer dans une combinaiſon plus intime, comme il le fait, en devenant partie conſtituante d'une chaux métallique. Ajoutons à cette explication de M. Berthollet, que l'acide en s'emparant de la chaux, à meſure qu'elle ſe forme, devient plus denſe, & doit auſſi céder de la matière de la chaleur au gas inflammable.

Les faits que nous venons de rapporter, & une infinité d'autres, prouvoient ſi évidemment la compoſition de l'eau, que les partiſans du phlogiſtique ont été forcés de les nier, ou de les expliquer par des ſuppoſitions abſurdes. Ils ont dit que l'eau qui provient de la combuſtion du gas inflammable & de l'air vital, étoit tenue en diſſolution par ces deux fluides, &

qu'elle se précipitoit à l'instant de leur combinaison, mais comme le poids de cette eau, égale celui des deux airs qui ont disparu, il faut admettre alors que ces deux fluides n'ont aucun poids, & que le résultat de leur combinaison s'est échappé à travers les vaisseaux. D'ailleurs, M. de la Métherie, Auteur de cette objection, & qui construit tous les fluides aëriformes, avec un peu plus, ou un peu moins de phlogistique & d'air vital, sera forcé d'admettre que le phlogistique du gas inflammable s'est combiné avec l'air vital, ou qu'il s'est échappé. Dans le premier cas, le phlogistique délayé dans une plus grande quantité d'air vital, auroit produit de l'air phlogistiqué ou de l'air fixe; dans le second au contraire, le volume de l'air vital se seroit accru de tout celui qui étoit uni au phlogistique dans le gas inflammable : cependant l'expérience a démontré tout le contraire. Je passe sous silence une infinité d'autres objections, réfutées par MM. Berthollet, Hassenfratz & Adet, dans le Journal de Physique, & dont quelques unes même ne méritoient pas une réponse sérieuse.

Les Chymistes Anglois, qui considèrent le gas inflammable comme le phlogistique, voyant qu'on ne retrouvoit point d'air fixe dans la combustion de ce fluide avec l'air vital, & que le

peu d'air phlogiſtiqué qui en réſulte, étoit bien loin de la quantité que l'on auroit dû en attendre dans l'opinion de M. Kirwan, ont admis la compoſition de l'eau, & ils regardent ce fluide comme une combinaiſon de phlogiſtique & d'air vital; mais alors il eſt difficile de concevoir comment ce compoſé, qui contient plus de phlogiſtique que le fer, ne brûle pas comme ce dernier, ſi l'on vient à le chauffer avec le contact de l'air; & comme certains métaux ont plus d'affinité avec l'air vital, que celui-ci n'en a avec le gas inflammable ou le phlogiſtique, & qu'ils décompoſent l'eau par cette même raiſon, ceux qui ſont incapables de la décompoſer, & qui ont en conſéquence plus d'affinité avec le phlogiſtique qu'avec l'air vital, devroient de même décompoſer l'eau, dès qu'ils ſont réduits en chaux, & enlever le gas inflammable à l'air vital qui ſe dégageroit alors. Il nous ſemble que la parité eſt exacte des deux côtés, puiſque ces derniers ſe revivifient par le gas inflammable, tandis que les premiers ne le peuvent pas.

Ainſi, en admettant la compoſition de l'eau comme une vérité démontrée, il s'enſuit, que dès qu'il y aura dégagement de gas inflammable, il y aura décompoſition de l'eau, & que toutes les ſubſtances qui donnent de l'eau, en brûlant avec

l'air vital, contiennent du gas inflammable : telles ſont les huiles, l'eſprit-de-vin, l'éther, &c. &c.

§. XLVI.

Il n'eſt pas difficile à préſent, d'apprécier les explications que donne ici Bergman, des différens phénomènes que préſente l'air vital. L'on ſait auſſi ce que l'on doit penſer des hypothèſes de MM. Scheele & Kirwan, ſur la combinaiſon de cette ſubſtance avec le prétendu phlogiſtique. Nous dirons ſeulement que le gas hépatique ſe décompoſe à l'air, & dépoſe du ſoufre, parce que l'air ſe combine & forme de l'eau avec le gas inflammable, qui tenoit le ſoufre en diſſolution.

Cette explication ſuppoſe que le gas hépatique eſt un compoſé de ſoufre & de gas inflammable. M. Gengembre a prouvé cette ſuppoſition, par des faits qui paroiſſent ne laiſſer aucun doute : en effet, le foie de ſoufre, fait par la voie sèche, n'a aucune odeur tandis qu'il eſt ſec ; l'odeur hépatique ou le gas hépatique s'exhale auſſi-tôt que l'on vient à l'humecter. Il paroît qu'alors le foie de ſoufre, qui a une très-grande affinité pour l'air vital, affinité qui eſt augmentée par celle de l'alkali pour l'acide vitriolique, décom

poſe l'eau ; le gas inflammable, devenu libre, ſe combine à une partie du ſoufre, & s'exhale ; mais comme ce gas n'a pas repris toute ſon élaſticité, puiſqu'il reſte en combinaiſon, il eſt dans une circonſtance favorable pour s'unir à l'air vital qu'il rencontre, & former de l'eau.

Si l'on verſe un acide ſur du foie de ſoufre ſec, il ſe dégage de même une très-grande quantité de gas hépatique, qui provient également de l'eau décompoſée ; car ſa quantité eſt d'autant plus grande, que l'acide employé retient plus fortement ſon principe oxygène, l'eau étant alors forcée en quelque ſorte, de ſe décompoſer & de fournir l'air vital, dont le ſoufre a beſoin pour devenir acide vitriolique, & ſe combiner plus intimement avec l'alkali.

Enfin le ſoufre fondu à l'aide d'une lentille, dans une cloche remplie de gas inflammable, ſe diſſout en partie dans ce fluide, & produit de vrai gas hépatique.

M. Lavoiſier, après avoir prouvé que l'air vital étoit le principe des acides & des chaux métalliques, s'eſt occupé de ſes affinités ; nous allons rapporter la table qu'il en a donnée, table qu'il ne regarde

que comme un eſſai, & qu'il n'a pas diviſée en affinités par la voie sèche & par la voie humide.

La plus grande affinité de l'air vital ou principe oxygène, eſt d'abord avec le principe inconnu de l'acide marin ou principe muriatique, enſuite avec la ſubſtance charbonneuſe, le zinc, le fer, le principe inflammable aqueux, ou baſe du gas inflammable de l'eau, la manganèſe, le cobalt, le nickel, le plomb, l'étain, le phoſphore de Kunckel, le cuivre, le biſmuth, l'antimoine, le mercure, l'argent, l'arſenic, le ſucre, le ſoufre, le gas nitreux, le principe de la chaleur, l'or, l'acide marin fumant du commerce, l'acide nitreux pur, enfin la chaux de manganèſe.

Voici une partie des faits ſur leſquels eſt fondée cette table. L'acide nitreux pur, diſtillé ſur la chaux noire de manganèſe, prend un excès de principe oxygène, & devient capable de diſſoudre une petite portion d'or; toutes les ſubſtances placées au-deſſus de cet acide, peuvent lui enlever ſon excès d'oxygène. La chaleur ſeule produit cet effet, & M. Lavoiſier penſe que c'eſt par cette raiſon, qu'il y a dégagement d'air vital dans toutes

les diſtillations de l'acide nitreux, ſi l'on ne réfroidit pas aſſez les vaiſſeaux pour condenſer les vapeurs.

L'acide marin enlève à l'acide nitreux l'excès d'oxygène que celui-ci avoit pris à la chaux de manganèſe, & devient capable de diſſoudre l'or; d'un autre côté, l'acide nitreux devient fumant ou ſurchargé de gas nitreux.

L'or vient enſuite, puiſqu'il ſe calcine dans l'acide marin déphlogiſtiqué, & comme ſa chaux donne de l'air vital, & ſe revivifie par la ſimple chaleur, il paroît que la matière de la chaleur a plus d'affinité avec l'oxygène que la chaux d'or.

Le gas nitreux peut enlever le principe oxygène à la matière de la chaleur, il en réſulte alors de l'acide nitreux; une partie de la chaleur devient libre, tandis qu'une portion bien plus conſidérable ſe fixe dans la combinaiſon. (le gas nitreux paroît n'enlever l'oxygène à la matière de la chaleur, qu'en partie : ajoutons à cela, que la lumière enlève l'oxygène au gas nitreux, puiſque l'acide nitreux blanc, laiſſe échapper de l'air vital, & devient rouge ſi on l'expoſe au ſoleil. *Note du trad.*)

L'acide nitreux eſt décompoſé par le ſoufre, l'arſenic, le ſucre, &c. Les affinités de ces trois ſubſtances ſont à-peu-près les mêmes.

Le ſoufre enlève le principe oxygène à l'or, au principe de la chaleur, en décompoſant l'air vital, & rendant libre la chaleur qui lui eſt combinée; mais l'acide vitriolique qui en réſulte, eſt décompoſé à ſon tour par toutes les ſubſtances métalliques, par le phoſphore, le principe inflammable aqueux & la ſubſtance charbonneuſe.

L'argent ſe calcine en ſe diſſolvant dans l'acide nitreux; ſi l'on ajoute du mercure, dans cette diſſolution, il s'empare du principe oxygène de la chaux d'argent, & l'argent ſe précipite avec ſon brillant métallique.

Le mercure eſt précipité à ſon tour par le régule d'antimoine, celui-ci par le biſmuth, & le biſmuth par le cuivre.

Le phoſphore mis dans les diſſolutions de ces métaux, les revivifie, & devient acide phoſphorique. Il a donc plus d'affinité avec l'oxygène que l'argent, le mercure, le régule d'antimoine, le biſmuth & le cuivre; d'où il ſuit que ces mé-

taux ne pouvant décompoſer l'eau, comme le fer & le zinc, ne peuvent ſe diſſoudre dans l'acide phoſphorique.

L'étain, le plomb, le nickel, le cobalt, le régule de manganèſe viennent enſuite, ſuivant l'ordre de leurs affinités.

Le principe inflammable aqueux n'a pu être ſéparé juſqu'à préſent de l'oxygène, que par le fer, le zinc, la matière charbonneuſe, & le principe inconnu de l'acide marin. L'eau ſe décompoſe auſſi dans la végétation, la fermentation vineuſe & putride, par des moyens qui nous ſont également inconnus.

La ſubſtance charbonneuſe enlève le principe oxygène aux acides nitreux & marin, lorſqu'ils en ſont ſurchargés ; elle décompoſe l'air vital, les acides nitreux, ſulphureux, vitriolique, arſenical, phoſphorique, les chaux métalliques & l'eau. Le réſultat de ſa combinaiſon eſt l'acide méphitique ou charbonneux, &c.

Quant au principe muriatique, ſa combinaiſon avec l'oxygène eſt ſi ferme, qu'il a été juſqu'à préſent impoſſible de les ſéparer.

giſtique furent obligés d'admettre l'action de l'air vital, ſans renoncer néanmoins à celle de leur principe inflammable. M. Macquer expliqua tous les phénomènes, en ſuppoſant que le phlogiſtique étoit la matière même de la lumière, qui, en ſe fixant dans les corps, leur donnoit la propriété d'être plus ou moins combuſtibles, ſuivant les proportions dans leſquelles elle ſe combinoit; il regarda l'air vital comme le précipitant de la matière de la lumière, & la cauſe de l'augmentation qu'acquièrent les corps en brûlant.

Ce ſyſtême, tout ſatisfaiſant qu'il paroiſſe, prête à une infinité d'objections: car, 1°. M. Macquer admet que le phlogiſtique eſt un corps peſant; cependant, des expériences déciſives n'ont pas permis aux Phyſiciens, de ſuppoſer à la lumière une peſanteur, ſuſceptible d'être appréciée dans les phénomènes chymiques: 2°. en admettant même cette ſuppoſition, toutes les chaux métalliques devroient ſe revivifier au foyer du verre ardent, comme par le contact du charbon; mais excepté l'or, l'argent & le mercure, tous les métaux s'y calcinent, au lieu de reprendre l'éclat métallique que le charbon leur rend, il s'enſuit que le principe qui exiſte dans le charbon, n'eſt pas le même que celui des rayons ſolaires.

M. Macquer

M. Macquer a répondu à cette objection, que la revivification des chaux métalliques ne peut avoir lieu, tant qu'elles ont le contact de l'air, parce qu'elles se calcinent de nouveau, à mesure qu'elles se revivifient; mais pourquoi ne se revivifient-elles pas, si on les expose au foyer de la lentille, dans des cloches remplies de mofette atmosphérique, qui, comme l'on sait, est incapable de les calciner?

Par la suite, les Chymistes ayant plus ou moins senti ces objections, se sont forgés chacun un phlogistique à leur manière, de sorte que ce mot ne présente plus qu'une idée vague, que personne n'a définie, & le même être s'est trouvé doué de propriétés contradictoires, dont on va voir quelques exemples.

Si l'on brûle du charbon dans de l'air vital, & que l'on ferme exactement le vase qui sert à l'expérience, on trouvera le même poids avant & après la combustion; mais l'air qui restera, au lieu de peser 0,47317 grains le pouce cube, pesera 0,695 grains, & l'augmentation absolue qu'a éprouvée cet air, se trouve exactement égale au poids du charbon qui a été brûlé. Ici la matière de la chaleur & de la lumière s'échappe à travers les vaisseaux, & le poids de ceux-ci n'aug-

mente ni ne diminue, donc cette matière de la chaleur & de la lumière n'a pas de poids ſenſible; & comme le poids de l'acide méphitique eſt préciſément égal à celui de l'air vital & du charbon, il s'enſuit qu'il exiſte dans ce dernier un principe peſant, qui ne peut s'échapper à travers les vaiſſeaux, & qui n'eſt pas matière de la lumière ou de la chaleur. Voilà deux phlogiſtiques très-diſtincts, l'un qui paſſe à travers les vaiſſeaux, & l'autre qui n'y paſſe pas. C'eſt en ſe ſervant tantôt de l'un, tantôt de l'autre, que les Stalhiens parviennent à rendre raiſon de tous les phénomènes.

L'or, l'argent, le mercure ſe revivifient par la ſimple chaleur; d'une part il en réſulte le métal, & de l'autre on obtient l'air vital; le poids réuni de ces deux ſubſtances, ſe trouve égal à celui de la chaux avant la réduction. Ici l'on eſt obligé de ſuppoſer que la matière de la lumière qui ſe dégage des charbons ardens, ſe tamiſe à travers les pores des vaiſſeaux, & ſe combine avec le métal; & puiſque le poids de ce dernier & celui de l'air vital ne ſurpaſſent pas le poids de la chaux métallique, il eſt évident que le phlogiſtique qui a pénétré les vaiſſeaux, ne pèſe pas. Au contraire, dans la réduction des autres métaux,

on eſt obligé d'ajouter une ſubſtance charbonneuſe, & l'on obtient alors de l'air fixe & le métal réduit; mais en réuniſſant le poids du métal & celui de l'air fixe, la ſomme ſe trouve augmentée de tout le poids du charbon qui a été conſumé. Voilà donc un phlogiſtique peſant. D'ailleurs, comme l'air vital ſe dégage ici dans l'état d'acide méphitique, qui contient le poids du charbon & celui de l'air vital, le phlogiſtique du charbon s'eſt uni à celui-ci, & il ne s'en eſt point combiné avec le métal, ou du moins celui qui s'eſt combiné n'a pas de peſanteur ſenſible; on retrouve donc encore un phlogiſtique peſant, qui forme l'acide méphitique, en ſe combinant avec l'air vital, & un autre qui ne pèſe point, & qui revivifie la chaux métallique. Enfin, ſi le phlogiſtique étoit la matière de la lumière ou de la chaleur, les métaux devroient en contenir beaucoup plus que leurs chaux, tandis que les expériences de MM. Crawford, Wilke, Lavoiſier & de la Place, prouvent le contraire; ainſi, ou le phlogiſtique n'eſt pas la matière de la chaleur, ou les métaux contiennent moins de ce principe que leurs chaux.

Suivant les Phyſiciens Anglois, qui regardent le gas inflammable comme le phlogiſtique combiné à la matière de la chaleur, lorſque l'on

calcine un métal dans l'air vital, le phlogiſtique ſe combine avec ce dernier, & le convertit en air fixe ou en air phlogiſtiqué ; ce qui eſt encore abſolument contraire aux faits : car ſi l'air vital eſt pur, on peut l'abſorber en entier ; & ſi l'on interrompt l'opération, la portion d'air vital qui reſte, n'eſt nullement altérée ; le phlogiſtique a donc paſſé ſous forme de feu libre & de lumière à travers les vaiſſeaux ; mais pourquoi n'y paſſe-t-il pas de même pour la revivification de toutes les chaux métalliques ?

Dernièrement on a prétendu que l'air fixe, qui réſultoit de cette combinaiſon du phlogiſtique & de l'air vital, ſe fixoit dans les chaux métalliques, & qu'en les réduiſant par la chaleur ſeule, le phlogiſtique reſtoit uni au métal, tandis que l'air vital devenoit libre. Il paroît que dans cette ſuppoſition, l'on devroit avoir dégagement d'air fixe, toutes les fois que l'on viendroit à diſſoudre la chaux métallique par un acide plus fort, de la même manière qu'on l'obtient, en diſſolvant la craie ou une chaux métallique précipitée par un alkali effervescent, & l'on ne voit pas pourquoi le fer, qui ſe calcine dans l'air vital comme le mercure, ne ſe revivifie pas de même par la ſimple chaleur. Quelle eſt la cauſe qui empêche la décompoſition de l'air fixe dans le premier cas ?

Dans cette hypothèſe, les métaux réduits à l'état de chaux, n'auront rien perdu de leur phlogiſtique : d'où vient alors celui qui s'échappe ſous forme de gas inflammable ou de gas nitreux, lorſqu'on diſſout les métaux par les acides ? Et comment ſe peut-il que l'on n'obtienne pas un atome d'air fixe en combinant avec l'air vital, ſoit le gas nitreux ou le gas inflammable, tandis qu'on en obtient poids pour poids en le combinant avec le charbon. Le phlogiſtique de ce dernier, n'eſt donc pas celui des métaux ; & comme ceux-ci ſont également combuſtibles, c'eſt donc une autre eſpèce de phlogiſtique qui leur donne cette propriété : enfin puiſque la lumière peut, dans leur opinion, phlogiſtiquer à la manière des métaux, l'acide nitreux, & l'acide marin déphlogiſtiqué, pourquoi n'a-t-elle pas comme eux, la même action ſur l'air vital ? &c.

Le phlogiſtique eſt auſſi, ſuivant ſes partiſans, le principe des couleurs & du goût : cependant, c'eſt à meſure que les métaux perdent ce principe, qu'ils deviennent plus colorés & plus ſapides ; quelques-uns même vont juſqu'à la cauſticité, effet que l'on a expliqué adroitement, par leur tendance à s'emparer du phlogiſtique ; mais cette explication ne dit pas pourquoi ces mêmes

chaux s'uniſſent aux corps incombuſtibles, par exemple, l'acide arſenical avec les terres, les alkalis, &c. D'ailleurs, en regardant le principe inflammable comme celui des couleurs, il faudroit admettre, tantôt que le blanc indique la préſence du phlogiſtique, & tantôt que c'eſt le noir. Le papier blanc, les métaux blancs contiennent ſans doute le phlogiſtique; le charbon le contient également, tandis que le papier brûlé & la chaux noire de manganèſe en ont moins que le papier blanc & le régule de manganèſe.

Les nouvelles découvertes ſur la compoſition de l'eau, ſur celle de l'acide nitreux, de l'acide méphitique, de l'alkali volatil, &c. viennent de mettre en défaut toutes les ſubtilités de la doctrine du phlogiſtique, & ont fourni à ſes adverſaires des faits inconteſtables, qui ont jetté le plus grand jour ſur des difficultés toujours renaiſſantes de l'ancien ſyſtême, on en a déjà vu la plus grande partie dans ces Notes; nous remarquerons ſeulement que l'opinion de M. Lavoiſier ne porte que ſur une ſeule ſuppoſition infiniment probable, admiſe même par les plus zélés partiſans du phlogiſtique. M. Lavoiſier ſuppoſe l'exiſtence d'un *fluide igné, matière de chaleur, de feu,* peut-être *de lumière*, capable de pénétrer tous les corps, de les dilater,

de ſe combiner avec leurs molécules, & dans cet état, de les faire paſſer ſucceſſivement depuis la forme de ſolide à celle de liquide, de vapeurs ou de fluide aëriforme, ſuivant la proportion dans laquelle il ſe trouve intimément uni avec elles; dans cet état, l'on conçoit que ſes molécules élémentaires, ne jouiſſant plus de leur agrégation, ſont privées de la propriété d'échauffer, propriété qu'elles reprennent, dès qu'une cauſe quelconque vient rompre cette combinaiſon: alors elles conſtituent la chaleur *libre*, fluide qui tend à ſe mettre en équilibre dans tous les corps, & à les amener tous au même degré de température, en ſe diſtribuant entre eux d'une manière inégale, mais proportionnée à la grandeur de leurs pores, ou aux intervalles que laiſſent entre elles les molécules qui les conſtituent, à l'attraction plus ou moins forte qu'elles exercent les unes ſur les autres & ſur la matière de la chaleur. On voit par-là, que ſon action eſt contrebalancée par l'attraction, & que les corps ne ſont ſolides, qu'autant que celle-ci l'emporte; ils deviennent liquides, lorſqu'elles ſont en équilibre, & ſe reduiſent en vapeurs, ſi la première devient ſupérieure. Si le poids de l'atmoſphère n'étoit pas un nouvel obſtacle à ſurmonter, auſſi-tôt qu'un corps devenu fluide, recevroit la

plus légère augmentation de chaleur, il ſeroit à l'inſtant porté à l'état de fluide aëriforme.

Cela poſé, l'on voit que la quantité de chaleur libre, employée à faire paſſer un corps de l'état ſolide à celui de fluide & de vapeur, doit perdre ſes propriétés, & reſter combinée; par conſéquent il y aura perte de chaleur libre. Au contraire, lorſqu'un corps aëriforme paſſera à l'état liquide, ou mieux encore, deviendra ſolide, il y aura dégagement conſidérable de chaleur libre. Sa quantité, toutes choſes égales, ſera d'autant plus grande, que le fluide en contenoit davantage, qu'il paſſe à un état plus denſe, & que l'effet eſt plus prompt. L'air vital étant de tous les fluides que nous connoiſſons, celui qui contient le plus de chaleur combinée, il s'enſuit que c'eſt celui qui doit en laiſſer échapper le plus, lorſqu'il paſſe de l'état aëriforme à l'état concret; c'eſt ſur ces données qu'eſt fondée toute la théorie de la combuſtion & de la calcination.

Les phénomènes que préſentent ces deux opérations, peuvent ſe réduire à quatre.

1°. Il n'y a de combuſtion réelle, de déga-

gement de flamme & de lumière, qu'autant que le combuſtible, eſt environné d'air vital, & qu'il eſt en contact avec lui : un corps enflammé quelconque, plongé dans le vuide, ou dans toute eſpèce de fluide aëriforme différent de l'air vital, s'éteint ſur le champ, comme ſi on le plongeoit dans l'eau.

2°. Dans toute combuſtion, il y a abſorbtion de l'air dans lequel elle s'opère ; & ſi l'air eſt très-pur, on parvient à l'abſorber en entier, en prenant les précautions convenables.

3°. Dans toute combuſtion, il y a augmentation dans le poids du corps brûlé, & cette augmentation eſt exactement égale au poids de l'air qui a été abſorbé.

4°. Dans toute combuſtion, il y a dégagement de chaleur & de lumière.

La théorie moderne explique facilement tous ces faits. Si l'on brûle du phoſphore dans de l'air, tous deux diſparoiſſent ; on trouve à leur place un acide concret en poudre blanche qui attire l'humidité de l'air : ſi c'eſt du ſoufre que l'on brûle, le réſultat de cette combuſtion eſt de l'acide vitriolique dans l'état concret ou en liqueur épaiſſe, & d'une peſanteur ſpécifique double

cevoir de deux manières : le volume d'un corps doit diminuer, dès qu'on lui enlève une portion de chaleur qui écartoit ſes molécules : il doit auſſi ſe reſſerrer, ſi l'on augmente l'attraction que les molécules exercent les unes ſur les autres. Il paroît que la diminution de l'air vital tient ici à cette dernière cauſe ; ſes molécules acquièrent plus de maſſe par l'addition du charbon qui s'y combine, leur attraction doit donc augmenter proportionnellement à cette augmentation de maſſe : & puiſque le volume des fluides aëriformes dépend de l'équilibre entre l'attraction des molécules, & la force répulſive occaſionnée par la chaleur, il eſt clair que l'attraction augmentant, le volume doit diminuer.

L'*ignition*, l'*inflammation* & la *détonation*, ſont trois eſpèces de combuſtion bien diſtinctes. La première a lieu, lorſque le corps combuſtible n'eſt pas dans l'état aëriforme, ou qu'il n'eſt pas ſuſceptible de le prendre par la chaleur de la combuſtion : alors elle ſe fait à la ſurface même du corps, & ſans dégagement de flamme ; telle eſt celle du charbon bien calciné.

La ſeconde au contraire, a lieu, lorſque le combuſtible eſt naturellement aëriforme, ou qu'il eſt ſuſceptible de prendre cet état par la

chaleur même de la combuſtion. Le gas inflammable eſt dans le premier cas. L'éther, l'eſprit-de-vin, les huiles, & quelquefois les métaux ſont dans le ſecond. Ces ſubſtances ne peuvent s'enflammer qu'après avoir été réduites en vapeurs, & c'eſt la chaleur de la combuſtion qui produit cet effet, ou du moins qui le continue.

Les huiles ſont principalement compoſées de gas inflammable; la chaleur de la combuſtion ſuffit pour le dégager. Il s'enflamme enſuite par le contact de l'air. Ici il y a deux opérations très-diſtinctes, la décompoſition de l'huile & ſon inflammation. La mèche porte à la flamme la quantité d'huile qu'elle peut convertir en gas inflammable, au lieu que ſi l'huile n'eût pas été ainſi diviſée, qu'elle eût été préſentée en maſſe, elle n'auroit pas pu acquérir le degré de chaleur capable de la décompoſer. La combuſtion du bois préſente les mêmes phénomènes. L'inflammation dure, pendant qu'il y a dégagement de gas inflammable, & le charbon qui reſte, après que toutes les ſubſtances capables de prendre la forme aërienne, ſont épuiſées, préſente les phénomènes de l'ignition.

La détonation du nitre eſt une eſpèce de combuſtion toute particulière; dans l'inflammation,

l'air vital & le gas inflammable ſe combinent, laiſſent échapper à l'inſtant la matière du feu, & ſe condenſent ſous forme d'eau. Dans l'ignition c'eſt un corps concret qui ſe combine avec l'air vital, le change en acide méphitique, & chaſſe une partie de la chaleur, dont il occupe la place, au lieu que dans la détonation, ce ſont deux corps concrets, qui ſe combinent l'un avec l'autre, & qui dégagent mutuellement la matière de la chaleur, qui leur étoit combinée. Cette matière de chaleur eſt fournie principalement par le nitre, dont l'acide ſe décompoſe alors, & laiſſe échapper la moſette & l'air vital qui le conſtituoient. La détonation de l'air vital & du gas inflammable dans les vaiſſeaux fermés, le bruit dont elle eſt accompagnée, ſont un effet de la dilatation ſubite de l'eau qui ſe forme, & qui occupe un eſpace plus conſidérable que celui des deux airs lorſqu'elle eſt en état de vapeurs; mais bientôt elle ſe condenſe, le volume des deux airs diſparoît; la rentrée ſubite de l'air atmoſphérique dans le vaſe qui le contenoit, produit l'exploſion dont elle eſt accompagnée.

Il ſuit de tout ce que nous venons de voir, qu'un corps combuſtible eſt celui qui a la propriété de décompoſer l'air viral, ou avec lequel

le principe oxygène a plus d'affinité qu'avec la matière de la chaleur, & la combuſtion eſt l'effet qui ſe produit dans le moment où le principe oxygène abandonne la matière de la chaleur pour s'engager dans une nouvelle combinaiſon. L'air & le corps combuſtible contribuent tous deux à cette opération, en raiſon de leur chaleur ſpécifique & en raiſon de la chaleur combinée, qui devient libre; & comme l'expérience & l'analogie prouvent également que la chaleur ſpécifique de l'air vital & celle qui lui eſt combinée, eſt infiniment plus abondante que celle de quelque corps combuſtible que ce ſoit, excepté le gas inflammable, on peut en conclure, que l'air fournit la majeure partie de la chaleur qui ſe dégage pendant la combuſtion.

§. XLVIII.

B.] *Page* 187.) Que la matière de la chaleur ſoit différente de celle de la lumière, ou qu'elles ne ſoient qu'une modification l'une de l'autre en ſorte que la chaleur accumulée à un certain point, ou ſe dégageant de ſes combinaiſons avec rapidité, ſe montre ſous forme de lumière, tandis qu'elle ne produit que la ſenſation de chaleur, lorſque ſon mouvement eſt plus tranquille, il paroît du moins que leurs effets ſont très-dif-

tincts dans certains cas. Le contact de la lumière donne l'élaſticité à l'oxygène dans l'acide nitreux & dans l'acide marin déphlogiſtiqué, tandis que la chaleur ſeule paroît ne pouvoir produire cet effet; au contraire, l'acide nitreux qui s'eſt coloré au ſoleil en perdant une portion d'air vital, redevient blanc, lorſqu'on le diſtille, & la moſette qui ſe trouvoit en excès, ſe dégage; la lumière dégage également l'air vital des plantes, ce que la chaleur ne peut faire, comme l'a prouvé M. Ingen-Houz, &c.

Pag. 203.] La Chymie moderne en rejettant le phlogiſtique, attribue à la chaleur combinée les effets que Bergman fait ici produire au phlogiſtique; plus une ſubſtance ou une combinaiſon quelconque retient de matière de chaleur, plus auſſi, toutes choſes égales d'ailleurs, elle conſerve de diſpoſition à prendre la forme élaſtique. C'eſt ainſi que la combinaiſon de ſoufre & d'oxygène qui conſtitue l'acide vitriolique, eſt très-fixe, tandis que dans l'acide ſulfureux, où la combinaiſon de ces deux mêmes principes eſt moins intime, l'air vital conſerve aſſez de matière de chaleur pour donner la forme élaſtique au réſultat de ſon union avec le ſoufre. Dans le premier cas, la quantité de chaleur qui s'eſt dégagée en brûlant le ſoufre, eſt infiniment plus conſidérable

considérable, que celle qui devient libre, si le soufre n'est converti qu'en acide sulfureux. Nous remarquerons ici, que le gas sulfureux exposé à une température très-froide, devient liquide sans cesser d'être acide sulfureux (c'est à M. Monge que l'on doit cette belle observation); mais dès qu'il est exposé à une température un peu plus élevée, il reprend sa forme élastique, & se dissipe à l'ordinaire. L'exposition au froid ne fait-elle que diminuer sa capacité de chaleur spécifique, sans toucher à la chaleur combinée, qui le distingue de l'acide vitriolique ? ou bien doit-il perdre un autre principe, celui de la lumière, pour être converti en ce dernier acide ? C'est ce que l'expérience apprendra peut-être un jour. Il paroît aussi que le degré plus ou moins grand de saturation, contribue à ce que certaines combinaisons soient plus susceptibles de prendre la forme gaseuse; dans le gas nitreux par exemple, la mofette est unie à une moindre quantité d'air vital, que dans l'acide nitreux, aussi, le gas nitreux est-il plus volatil que l'acide nitreux, & celui-ci le devient dès qu'on augmente par un moyen quelconque, la proportion de la mofette, &c.

Pag. 209.] MM. de la Place & Lavoisier, après avoir réfléchi sur toutes les difficultés que

préſentent les méthodes employées pour meſurer la chaleur ſpécifique de différens corps, & ſur les erreurs auxquelles elles ſont ſujettes, ſont parvenus à en trouver une exempte de toutes ces difficultés, & qui s'applique également aux différentes combinaiſons chymiques, à la combuſtion, à la réſpiration, &c. Voici les conſidérations qui les ont amenés à cette méthode.

Si une maſſe de glace, refroidie à un degré quelconque, & tranſportée dans une atmoſphère, dont la température ſoit au-deſſus du zéro du thermomètre, vient à éprouver l'action de la chaleur, toutes ſes parties parviendront à zéro; arrivées à ce point, la chaleur s'arrêtera à la ſurface ſans pénétrer l'intérieur, elle ſera employée uniquement à fondre une première couche, qui ſe réſoudra en eau en l'abſorbant. Le thermomètre, plongé dans cette couche, ſe maintiendra au même degré, & le ſeul effet ſenſible de la chaleur, ſera la converſion de la glace en eau par le même méchaniſme. Tous les points de la maſſe ſe préſenteront ſucceſſivement à la ſurface, ils abſorberont de même la chaleur, & ſe convertiront en eau. Si l'on ſuppoſe à préſent dans une atmoſphère au-deſſus de zéro, une ſphère de glace creuſe, à la température zéro, & dans l'intérieur de laquelle on place un corps échauffé à

un degré quelconque, il eſt clair que la chaleur extérieure ne pénétrera point dans la ſphère, & que celle du corps qu'elle renferme, ne s'échappera point au-dehors, mais s'arrêtera à la ſurface interne de la cavité, dont elle fondra ſucceſſivement de nouvelles couches, juſqu'à ce que la température de ce corps ſoit parvenue à zéro; il en réſulte, qu'en recueillant avec ſoin l'eau renfermée dans la cavité de la ſphère, lorſque le tout eſt arrivé à zéro, ſon poids ſera exactement proportionnel à la chaleur que ce corps aura perdue pour arriver au terme zéro. Ainſi, la quantité de glace fondue, eſt une meſure très-préciſe de la chaleur employée à cet effet: c'eſt d'après ces principes, que ces deux célèbres Académiciens ont fait conſtruire une machine compoſée de trois cavités, la plus intérieure vuide, & ſervant à contenir les corps dont on veut meſurer la chaleur; la moyenne ſéparée de celle-ci par un grillage, contient de la glace à zéro, & l'extérieure eſt pleine de glace, pour maintenir à zéro les deux autres cavités; un robinet placé au bas de la machine, & communiquant avec les deux premières cavités, ſert à recevoir l'eau qui eſt réſultée de l'opération, & dont le poids donne la quantité de chaleur perdue par les ſubſtances placées dans la cavité interne de la machine.

Voici enfin leurs réſultats ſur la combuſtion des corps, & ſur la chaleur animale.

Quantité de Glace fondue

	liv.	onc.	gros	grains
Pour la détonation d'une once de nitre avec un tiers d'once de charbon	0	12	0	0
Par la détonation d'une once de nitre avec une once de fleurs de ſoufre	2	0	0	0
Par la combuſtion d'une once de phoſphore	6	4	0	48
Par celle d'une once d'éther vitriolique	4	10	2	36
Par celle d'une once de charbon	6	2	0	0
Pour la chaleur d'un cochon-d'Inde, en dix heures . . .	0	13	1	13 $\frac{1}{2}$

L'on vient de voir qu'un cochon-d'Inde a fondu 13 onces de glace en reſtant 10 heures dans la machine ; le même animal produit, dans le même eſpace de tems, 224 grains d'air fixe, ſoit en reſpirant l'air vital, ſoit en reſpirant l'air atmoſphérique. D'un autre côté, l'expérience a démontré que dans la combuſtion du

charbon, la formation d'une once d'air fixe peut fondre 26, 693 onces de glace, d'où il ſuit que la formation de 224 grains d'air fixe, doit en fondre 10, 38 onces. Cette quantité repréſente par conſéquent la chaleur dégagée de l'air vital par la reſpiration d'un cochon-d'Inde durant dix heures; mais elle ſe trouve plus foible que la quantité qu'il a réellement fondue dans l'expérience: ce qui peut provenir de ce que les extrémités du corps de l'animal ſe ſont trouvées plus froides lorſqu'on l'a retiré de la machine, quoique l'intérieur ait conſervé à-peu-près la même température: d'ailleurs les humeurs que ſa chaleur intérieure a évaporées, ont fondu, en ſe refroidiſſant, une petite quantité de glace, & ſe ſont réunies à l'eau que l'on a obtenue, & en ont augmenté le poids.

En diminuant de deux onces & demie cette quantité d'eau, on aura celle qui a été fondue par l'effet de la reſpiration de l'animal ſur l'air, de ſorte que ſi l'on fait attention aux erreurs inévitables dans ces expériences, on trouvera qu'il n'eſt gueres poſſible d'eſpérer un plus parfait accord entre ces réſultats.

L'on peut donc regarder la chaleur qui ſe dégage dans le changement de l'air pur en air

fixe par la reſpiration, comme la cauſe principale de la conſervation de la chaleur animale.

La reſpiration eſt donc une vraie combuſtion parfaitement ſemblable à celle du charbon ; elle s'exécute dans le poumon, ſans dégager de lumiere ſenſible, parce que la matière du feu devenue libre, eſt auſſi-tôt abſorbée par l'humidité de ces organes, elle ſe communique au ſang qui traverſe les poumons, & de-là ſe répand dans toutes les parties. De cette manière, l'air enlève au ſang la baſe de l'air fixe, dont l'excès ſeroit nuiſible dans l'économie animale, & la chaleur qui réſulte de cette combinaiſon, répare la perte continuelle de chaleur que nous éprouvons de la part de l'atmoſphère & des corps environnans.

L'uniformité de chaleur dans toutes les parties du corps, tient à trois cauſes. La première eſt la rapidité de la circulation, qui tranſmet preſqu'à l'inſtant juſqu'aux extrémités du corps, la chaleur que le ſang reçoit dans les poumons. La ſeconde eſt l'évaporation que la chaleur produit dans ces organes, & qui diminue leur température, tandis que cette évaporation n'étant pas la même dans les autres parties, elles doivent conſerver plus long-tems la chaleur que le ſang leur tranſmet. La troiſième enfin dépend de

l'augmentation de chaleur ſpécifique ou capacité de chaleur, qu'acquiert le ſang en ſe dépouillant par le contact de l'air, de la baſe de l'acide méphitique qu'il contenoit; une partie de la chaleur développée dans la formation de l'air fixe, eſt auſſi abſorbée par le ſang, ſa température reſtant toujours la même; mais à meſure qu'il reprend la baſe de l'air fixe, ſa capacité de chaleur diminue, il eſt forcé d'en laiſſer échapper, ſans changer de température; & comme cette combinaiſon du ſang avec la baſe de l'air fixe, ſe fait dans toutes les parties, la chaleur qui en provient, contribue à entretenir la température de celles qui ſont éloignées du poumon, à-peu-près au même degré que celui de cet organe.

Il ſuit de tous ces faits, que quelle que ſoit la manière dont ſe répare la chaleur animale, celle que dégage la formation de l'air fixe en eſt la cauſe premiere, & que l'on peut en conclure avec MM. de la Place & Lavoiſier, que *lorſqu'un animal eſt dans un état permanent & tranquille, lorſqu'il peut vivre pendant un tems conſidérable ſans ſouffrir, dans le milieu qui l'environne; en général, lorſque les circonſtances dans leſquelles il ſe trouve, n'altèrent point ſenſiblement ſon ſang & ſes humeurs, de ſorte qu'après pluſieurs heures, le ſyſtême animal n'éprouve point de variation ſenſible, la*

conſervation de la chaleur animale eſt dûe, au moins en grande partie, à la chaleur que produit la combinaiſon de l'air pur reſpiré par les animaux & avec la baſe de l'air fixe que le ſang lui fournit.

La méthode qui vient de conduire à ce réſultat, eſt indépendante de toute hypothèſe : que la chaleur vienne de l'air vital, ou des corps qui ſe combinent avec lui, on ne peut douter que dans ſa combinaiſon avec la baſe de l'air fixe, il ne ſe développe une quantité conſidérable de chaleur. Ainſi en comparant la quantité de chaleur dégagée par la combuſtion du charbon, avec la quantité d'air fixe qu'elle produit, on a la chaleur développée dans la formation d'une quantité donnée d'air fixe ; ſi l'on détermine enſuite la quantité d'air fixe qu'un animal produit dans un tems donné, l'on aura la quantité de chaleur qui doit réſulter de l'effet de ſa reſpiration ſur l'air : ſi cette quantité eſt égale à celle qui entretient ſa chaleur, & que l'on meſure par la glace qu'il fait fondre, on peut en conclure que cette chaleur eſt dûe au changement de l'air pur en air fixe.

MM. Schéele & Prieſtley ont avancé que la reſpiration produit très-peu d'air fixe & une

grande quantité d'air phlogiſtiqué ; mais l'exactitude avec laquelle MM. de la Place & Lavoiſier ont fait leurs nombreuſes expériences, pour examiner l'effet de la reſpiration ſur l'air pur, ne permet pas de douter, que puiſqu'ils ont obſervé conſtamment, que la ſeule altération que l'air pur ſubit alors, n'eſt que ſa converſion en air fixe, il faut néceſſairement que MM. Schéele & Prieſtley ayent été induits en erreur par quelque circonſtance à laquelle ils n'auront pas fait attention.

L'on voit à préſent à quoi ſe réduiſent les objections de Bergman contre cette opinion. Quant à l'expérience de Prieſtley, qu'il cite pag. 224, & que M. Kirwan a objectée à M. Cawendish, outre que ce dernier lui a prouvé que l'air fixe provenoit des impuretés contenues dans la limaille de fer, les Chymiſtes François viennent de démontrer qu'ici, comme dans toutes les autres circonſtances, la formation de l'air fixe étoit un réſultat de la combinaiſon de l'air vital avec le principe charbonneux, qui ſe rencontre dans le fer, & ſur-tout dans l'acier, ſous forme de plombagine, ce principe peut également ſe rencontrer dans d'autres métaux. Voyez à ce ſujet les Mémoires de MM. Vandermonde, Berthollet & Monge, imprimés dans le Journal de Phyſique.

Le Docteur Crawford a également regardé l'air pur comme la ſource de la chaleur qui ſe développe dans la combuſtion & la reſpiration ; mais à part le phlogiſtique, il y a une différence eſſentielle entre ſon ſyſtême & celui des deux Académiciens, que nous venons de rapporter. Dans le ſyſtême de MM. de la Place & Lavoiſier, l'on conſidère la chaleur comme combinée dans l'air vital, au lieu que le Docteur Crawford croit qu'elle y eſt libre, & qu'elle ne ſe dégage que parce que l'air pur, en ſe combinant, perd une grande partie de ſa chaleur ſpécifique. Il s'appuie ſur des expériences qui lui ont donné la chaleur ſpécifique de l'air vital quatre-vingt-ſept fois plus grande que celle de l'eau commune. Si cela étoit, il ne ſeroit pas difficile de prouver qu'une telle quantité de chaleur libre eſt plus que ſuffiſante, pour produire tous les phénomènes de la chaleur qu'il nomme ſenſible, & que dans les combinaiſons même, où il s'en dégage le plus, une partie conſidérable de la chaleur libre doit ſe combiner ; mais ces expériences ſont ſi délicates, qu'on ne peut les admettre qu'après les avoir répétées une grande quantité de fois.

Pag. 212. *Note.*) La ſubſtance dont il eſt fait mention dans cette Note, eſt appellée *black wad* (plomb de mer noir) par les Anglois.

Da Coſta la nomme *ochra friabilis nigra.* M. Wedgewod en a donné l'analyſe, (*Tranſ. Philoſ.* vol. lxxiij. p. 284.) Il a trouvé qu'elle étoit compoſée de terre inſoluble, micacée en grande partie, de plomb, de fer & de manganèſe dans les proportions ſuivantes : 22 parties contiennent environ deux parties de terre, 1 de plomb, $9\frac{1}{2}$ de fer, & $9\frac{1}{2}$ de manganèſe.

§. LI.

M. Berthollet ayant traité l'eſprit-de-vin avec le gas acide marin déphlogiſtiqué, a trouvé que l'eſprit-de-vin l'abſorboit promptement, qu'il s'échauffoit beaucoup, & prenoit l'odeur de l'éther: cette odeur alla en diminuant, à meſure qu'il répéta l'opération, & fit place à l'odeur de vinaigre. La liqueur ſaturée d'alkali minéral prit une couleur jaune brunâtre, & donna, par la diſtillation, une liqueur éthérée; elle fournit par l'évaporation du ſel marin ordinaire, qui avoit une odeur & une ſaveur marquées de ſucre brûlé. Cet excellent Chymiſte en conclut, que l'eſprit-de-vin contenoit une ſubſtance analogue au ſucre, & cela avec d'autant plus de raiſon, que la diſſolution de ſucre traitée de même par l'acide marin, lui avoit donné une ſubſtance analogue à celle que l'eſprit-de-vin fourniſſoit. Il penſe que l'air vital

d'huile graſſe & d'air vital; & par cette raiſon; elle doit être moins combuſtible que l'huile, M. Berthollet a tenté de donner à cette dernière l'oxygène qui lui manque, en l'expoſant à l'air libre ſur de l'eau: elle s'eſt épaiſſie, & a dépoſé un mucilage peu ſoluble dans l'eau, qui conſtitue probablement le principe doux trouvé par Schéele dans les huiles, & qui forme l'acide ſaccharin qu'elles donnent, lorſqu'on les traite par l'acide nitreux.

Les acides végétaux abandonnés à eux-mêmes ſe décompoſent. M. Berthollet croit que leur principe oxygène s'unit au gas inflammable, qui fait la baſe du principe huileux qui les conſtitue, ou mieux encore, avec le principe charbonneux de ces mêmes acides, & forme l'air fixe qui rend efferveſcent l'alkali qui reſte après leur décompoſition.

M. Berthollet s'eſt occupé des combinaiſons des huiles avec les alkalis, les terres & les chaux métalliques, & il a trouvé que la terre peſante & la chaux avoient plus d'affinité avec elles que les alkalis fixes, ceux-ci en ont plus que la magnéſie; viennent enſuite l'alkali volatil, les chaux métalliques & l'argille. La chaux & la terre peſante décompoſent directement le ſavon alkalin,

alkalin ; au lieu que M. Berthollet a employé le jeu des doubles affinités pour décompoſer la diſſolution de ſavon par le moyen des autres ſubſtances. *Voy.* le Mémoire de M. Berthollet, Académie des Sciences, 1780.

Quant à l'action des acides ſur les huiles, on peut conſulter les travaux de MM. Cornette & Achard, & la première partie de la Chymie de M. de Morveau, dans la nouvelle Encyclopédie.

§. LXX.

M. Klaproth vient de faire voir que la Sidérite n'étoit qu'une combinaiſon de fer & d'acide phoſphorique. Il avoit obſervé que le fer ſe précipitoit en blanc de l'acide phoſphorique, & de peur de ne pas retrouver l'acide par l'analyſe, il imita cette combinaiſon par la ſynthèſe. Il verſa une once d'acide phoſphorique obtenu par la combuſtion lente, dans une diſſolution de vitriol de fer très-pur : le mélange ſe troubla, ayant ſéparé par le filtre le précipité bleu céladon qui s'étoit formé, il précipita la liqueur par un peu de diſſolution de potaſſe ; il fit diſſoudre les deux précipités dans l'acide vitriolique. La diſſolution étoit d'un jaune brun : il s'en ſépara une terre brune, dès qu'il l'eut délayé dans une grande quantité d'eau.

par l'acide nitreux, la 10e & la 11e celles du nitre & du muriate de potaſſe par l'acide tartareux.

Fig. 12. Prouve que l'acide tartareux n'a pas d'action ſur le ſel marin.

Fig. 13. L'acide nitreux précipite l'acide ſédatif du borax, & le nitre quadrangulaire reſte diſſous.

Fig. 14. L'acide du ſucre décompoſe la ſélénite, & la chaux ſe précipite unie à cet acide.

Fig. 15. Décompoſition du vitriol de magnéſie par l'acide fluorique ; mais voyez *pag.* 99.

Fig. 16. L'acide vitriolique verſé dans une diſſolution de nitre calcaire, en précipite de la ſélénite.

Fig. 17. La chaux blanche d'arſenic miſe dans l'acide marin déphlogiſtiqué, ſe précipite en acide arſenical ſolide.

Fig. 18. Le zinc précipite l'argent, de ſa diſſolution par l'alkali volatil.

Fig. 19. Le vinaigre mis dans une diſſolution de foie de ſoufre alkalin, s'unit à l'alkali, tandis que le ſoufre tombe au fond.

Fig. 20. Le foie de ſoufre calcaire & l'acide vitriolique mêlés enſemble, il en réſulte de la ſélénite & du ſoufre, qui tous deux ſe précipitent.

Fig. 21. Si l'on mêle le vitriol de potaſſe avec le

muriate calcaire, ils se décomposent mutuellement; le muriate de potasse reste dissous, & le vitriol de chaux gagne le fond.

Fig. 22. Décomposition de muriate de plomb par le tartre vitriolé; le vitriol de plomb se précipite, & le muriate de potasse reste dissous.

Fig. 23. La sélénite & le muriate de potasse n'ont point d'action l'un sur l'autre.

Fig. 24. Le vitriol ammoniacal & le muriate de mercure se décomposent mutuellement. Le sel ammoniac reste dissous, & le vitriol de mercure tombe au fond.

Fig. 25. Le nitre de terre pesante décompose l'oxalte ammoniacal, l'oxalte terreux se précipite, & le nitre ammoniacal reste en dissolution.

Fig. 26. Le sel marin mis dans la dissolution de nitre d'argent, échange ses principes avec elle; le muriate d'argent (*argent corné*) gagne le fond, & le nitre de soude reste dans la liqueur.

Fig. 27. Le nitre mercuriel est décomposé par le tartre; le nitre reste dissous, tandis que le tartre de mercure se précipite.

Fig. 28. Les mêmes effets ont lieu avec le borax & le nitre mercuriel; il en résulte du mercure boracin & du nitre cubique.

Fig. 29. La dissolution d'argent par le vinaigre

eſt décompoſée par le muriate de magnéſie ; & l'argent corné ſe précipite.

Fig. 30. Le vitriol d'argent & le muriate de plomb mêlés enſemble, ſe décompoſent mutuellement ; les deux nouvelles combinaiſons qui en réſultent, ſont inſolubles, & tombent au fond de la liqueur.

Fig. 31. Le muriate de cuivre décompoſe le nitre d'argent ; la lune cornée ſe précipite, & le nitre de cuivre reſte diſſous.

Fig. 32. Le ſel marin décompoſe le méphite de potaſſe, & la liqueur tient en diſſolution le ſel fébrifuge & la ſoude aërée qui réſultent de cette décompoſition.

Fig. 33. L'on voit ici la décompoſition du ſublimé corroſif par la potaſſe aërée, & la précipitation du mercure aëré qui en provient.

Fig. 34. Il en eſt abſolument de même du nitre de plomb & de la méphite de ſoude : le plomb aëré ſe précipite également.

Fig. 35. L'alkali fixe aëré décompoſe le vitriol de magnéſie, & celle-ci chargée de l'acide aërien, ſe précipite.

Fig. 36. Le muriate de chaux eſt décompoſé par l'alkali volatil effervescent ; le ſel ammoniac reſte dans la liqueur, & la chaux aërée tombe au fond.

Fig. 37. Lorſque l'on mêle enſemble l'alkali vo-

latil aëré & la teinture d'alkali végétal caustique, celui-ci enlève à l'alkali volatil son air fixe & se précipite, tandis que l'alkali volatil se combine avec l'alcohol.

Fig. 38. Si l'on met du cuivre dans une dissolution de nitre d'argent, le phlogistique du cuivre s'unit à la chaux d'argent qui se précipite avec son brillant métallique, & l'acide nitreux s'empare du cuivre qui a perdu son phlogistique.

Fig. 39. Le fer mis dans une dissolution de vitriol de cuivre, se comporte précisément comme le cuivre à l'égard du nitre d'argent.

Fig. 40. Le foie de soufre salin & le vinaigre de Saturne se décomposent mutuellement, la terre foliée qui en résulte, reste dissoute, & le plomb se précipite combiné avec le soufre.

Fig. 41. L'acide phosphorique distillé avec le vitriol de potasse, lui enlève l'alkali, & l'acide vitriolique passe seul à la distillation.

Fig. 42. L'acide nitreux chasse de même l'acide du sel marin par la distillation, & le nitre quadrangulaire reste dans la cornue.

Fig. 43. Il en est de même à l'égard de l'acide arsenical & du sel marin : l'acide de celui-ci est chassé.

Fig. 44. Si l'on distille le sel ammoniac avec l'acide vitriolique, l'acide marin passe d'a-

bord, & le vitriol ammoniacal ſe ſublime également.

Fig. 45. L'acide marin diſtillé avec la chaux noire de manganèſe, paſſe après avoir perdu ſon phlogiſtique; le réſidu eſt de la chaux blanche de manganèſe.

Fig. 46. Le ſel ammoniac eſt décompoſé par la chaux vive, l'alkali volatil cauſtique ſe dégage, & le réſidu eſt du muriate calcaire.

Fig. 47. Si l'on diſtille enſemble du cinnabre & du fer, le mercure ſe revivifie & s'échappe, tandis que le fer reſte combiné avec le ſoufre.

Fig. 48. Le ſel formé d'acide arſenical & d'alkali fixe, traité par la ſublimation avec une ſubſtance inflammable, ſe décompoſe; l'arſenic ſe ſublime ſous forme de régule, & l'alkali reſte.

Fig. 49. Le phoſphate ammoniacal diſtillé avec une matière inflammable, ſe décompoſe, & le phoſphore paſſe à la diſtillation avec l'alkali volatil.

Fig. 50. L'alkali volatil ne décompoſe pas à la diſtillation, le muriate calcaire.

Fig. 51. La chaux fluorée expoſée à la fuſion dans un creuſet avec l'alkali fixe végétal, ne ſouffre aucun changement.

Fig. 52. Lorſque l'on fond avec du ſoufre un alliage d'or & d'argent, le dernier s'empare du ſoufre, & le premier reſte libre.

Fig. 53. Le fer fondu avec le plomb ſulfuré, lui enlève auſſi le ſoufre.

Fig. 54. Si l'on fond du cuivre avec une combinaiſon d'argent & de foie de ſoufre ſalin, le cuivre ſe combine avec le foie de ſoufre, & l'argent ſe ſépare.

Fig. 55. Lorſque l'on diſtille le nitre avec l'acide marin, l'acide nitreux enlève à celui-ci ſon phlogiſtique, & s'échappe.

Fig. 56. Si l'on diſtille du nitre avec l'arſenic blanc, l'acide nitreux enlève le phlogiſtique à l'arſenic, le change en acide & s'échappe, tandis que l'acide arſenical ſe combine à l'alkali.

Fig. 57. Le ſel marin au contraire n'a pas d'action ſur l'arſenic blanc, ſi on les diſtille enſemble.

Fig. 58. Le régule d'antimoine diſtillé avec le ſublimé corroſif, donne ſon phlogiſtique à la chaux de mercure, qui ſe revivifie & paſſe à la diſtillation; la chaux d'antimoine combinée à l'acide marin, paſſe également.

Fig. 59. Le vitriol de potaſſe & l'arſeniate ammoniacal expoſés à un feu ſuffiſant, ſe décompoſent mutuellement; le vitriol ammoniacal ſe ſublime, & l'acide arſenical reſte au fond de la cornue combiné à la potaſſe.

Fig. 60. Le nitre expoſé à ſublimation avec le vitriol ammoniacal, échange ſes principes avec

lui : le nitre ammoniacal s'élève, & le vitriol de potaſſe reſte fixe.

Fig. 61. Si l'on expoſe à une chaleur aſſez forte le ſel marin & le vitriol de mercure, l'acide marin s'unit à la chaux de mercure & ſe ſublime, tandis que le vitriol de ſoude demeure au fond de la cornue.

Fig. 62. Le ſel ammoniac diſtillé avec de la craie, ſe décompoſe ; l'alkali volatil s'empare de l'acide méphitique & ſe ſublime, le muriate calcaire eſt fixe.

Fig. 63. Lorſque l'on expoſe à la fuſion le méphite de potaſſe & la chaux fluorée, l'acide du dernier ſel s'empare de la potaſſe, & la chaux s'unit à l'acide méphitique ; mais tous deux reſtent fixes.

Fig. 64. L'antimoine ſulfuré (antimoine crud) fondu avec un alliage de cuivre & d'or, cède ſon ſoufre au cuivre, & ſe combine à l'or, & les nouveaux compoſés reſtent fixes.

L'on voit que le célèbre Bergman n'a pas fait entrer dans ſa Table des doubles décompoſitions, toutes celles qu'il connoiſſoit ; car ſans parler de celles qui s'exécutent dans les diſſolutions métalliques, par la combinaiſon de l'acide Pruſſique avec l'alkali fixe, décompoſitions qu'il étoit bien

loin d'ignorer, comme on peut le voir dans ſa Diſſertation ſur les précipités métalliques, il s'en trouve pluſieurs dans le cours de la Diſſertation qui nous occupe, que l'on ne rencontre pas ici: il en reſte encore pluſieurs autres que l'on a découvertes depuis, & que l'on peut voir dans les Ouvrages de MM. de Fourcroy & de Morveau, nous y renvoyons nos lecteurs; mais nous ne pouvons nous empêcher de dire un mot de la manière ingénieuſe inventée par le célèbre Kirwan, pour connoître d'un coup-d'œil, dans quel cas doit arriver une double décompoſition, lorſque l'on vient à mêler enſemble deux compoſés quelconques. Il a exprimé par des nombres, les rapports qui exiſtent entre les divers acides & les différentes baſes, & après avoir diſpoſé à la manière de Bergman, les quatre principes conſtituans des ſels qu'il ſoumet à l'examen, il donne le nom d'*Affinités quieſcentes* à la ſomme des nombres, qui expriment la force d'affinité, avec laquelle chaque acide tenoit à ſa baſe avant le mélange, & celui d'*Affinités divellentes*, à la ſomme des nombres, qui expriment l'affinité de chaque acide avec la baſe à laquelle l'autre acide eſt combiné. Si la ſomme de ces dernières eſt plus forte, la décompoſition aura lieu, & l'on peut la prédire d'avance. M. de Fourcroy a exprimé de même ces Affinités par des nombres

réſultans de quelques expériences, & qui ne ſont pas fondés ſur les mêmes calculs que ceux de M. Kirwan.

Si ces deux célèbres Chymiſtes parviennent à déterminer ainſi avec exactitude, la force avec laquelle chaque ſubſtance tend à s'unir à toutes les autres, ils auront fait faire un grand pas à la ſcience. Mais ce travail préſente de grandes difficultés, & il faudroit pour le porter à ſa perfection, connoître les degrés d'affinité de toutes les ſubſtances comparées trois à trois, quatre à quatre, &c. ce qui demande encore bien du tems & du zèle de la part de ceux qui cultivent la Chymie.

FIN.

APPROBATION.

J'Ai lu, par ordre de Monſeigneur le Garde des Sceaux, la Traduction d'un Ouvrage de Bergman, ayant pour titre : *Traité des Affinités Chymiques, &c.* Je penſe que cette Diſſertation, ainſi que les Notes que le Traducteur y a jointes, ne peuvent être qu'utiles aux progrès de la Chymie en France. A Paris, le 8 Octobre 1787.

DE FOURCROY.

PRIVILEGE DU ROI.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & féaux Conſeillers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conſeil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans-Civils, & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra, SALUT : Notre amé le ſieur BUISSON Libraire, Nous a fait expoſer qu'il deſireroit faire imprimer & donner au Public, un *Traité des Affinités Chymiques par BERGMAN, traduit de l'Anglois*; s'il Nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de permiſſion pour ce néceſſaires. A CES CAUSES voulant favorablement traiter l'Expoſant, Nous lui avons permis & permettons par ces Préſentes, de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui ſemblera, & de le faire vendre, & débiter par tout notre Royaume; pendant le tems de cinq années conſécutives, à compter du jour de la date des Préſentes. FAISONS défenſes à tous Imprimeurs, Libraires, & autres perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangere dans aucun lieu de notre obéiſſance. A LA CHARGE que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion dudit Ouvrage ſera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en bon papier & beaux caracteres; que l'Impétrant ſe conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725, & à l'Arrêt de notre Conſeil du 30 Août 1777, à peine de déchéance de la préſente Permiſſion; qu'avant de l'expoſer en vente, le Manuſcrit qui aura ſervi de copie à l'impreſſion dudit Ouvrage, ſera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde des Sceaux de France, le ſieur DE LAMOIGNON, qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliotheque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier,

Chancelier de France, le ſieur DE MEAUPEOU, & un dans celle dudit ſieur DE LAMOIGNON; le tout à peine de nullité des Préſentes; DU CONTENU deſquelles vous MANDONS & enjoignons de faire jouir ledit Expoſant & ſes ayans-cauſe, pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. VOULONS qu'à la copie des Préſentes, qui ſera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, foi ſoit ajoutée comme à l'Original. COMMANDONS au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire, pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires: CAR tel eſt notre plaiſir. DONNÉ à Verſailles, le vingt-ſeptieme jour du mois de Septembre, l'an de grace mil ſept cent quatre-vingt-ſept, & de notre regne le quatorzieme. Par le Roi, en ſon Conſeil.

LE BEGUE.

Regiſtrée ſur le Regiſtre XXIII. de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 1117, *fol.* 360, *conformément aux diſpoſitions énoncées dans la préſente Permiſſion; & à la charge de remettre à ladite Chambre les neuf Exemplaires preſcrits par l'Arrêt du Conſeil du* 16 *Avril* 1785. *A Paris le* 5 *Octobre* 1787.

KNAPEN, Syndic.

De l'Imp. de CL. SIMON, Imprimeur de Monſeigneur l'ARCHEVÊQUE, rue S. Jacques, près S. Yves.

Chancelier de France, le ſieur DE MEAUPEOU, & un dans celle dudit ſieur DE LAMOIGNON; le tout à peine de nullité des Préſentes; DU CONTENU deſquelles vous MANDONS & enjoignons de faire jouir ledit Expoſant & ſes ayans-cauſe, pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. VOULONS qu'à la copie des Préſentes, qui ſera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, foi ſoit ajoutée comme à l'Original. COMMANDONS au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire, pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires: CAR tel eſt notre plaiſir. DONNÉ à Verſailles, le vingt-ſeptieme jour du mois de Septembre, l'an de grace mil ſept cent quatre-vingt-ſept, & de notre regne le quatorzieme. Par le Roi, en ſon Conſeil.

LE BEGUE.

Regiſtrée ſur le Regiſtre XXIII. de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 1117, *fol.* 360, *conformément aux diſpoſitions énoncées dans la préſente Permiſſion; & à la charge de remettre à ladite Chambre les neuf Exemplaires preſcrits par l'Arrêt du Conſeil du* 16 *Avril* 1785. *A Paris le* 5 *Octobre* 1787.

KNAPEN, Syndic.

De l'Imp. de CL. SIMON, Imprimeur de Monſeigneur l'ARCHEVÊQUE, rue S. Jacques, près S. Yves.

45 ☥☽ *de Platine*

46 ☥☽ – *Argent*.

47 ☥☿ – *Mercure*

48 ☥♄ – *Plomb*

49 ☥♀ – *Cuivre*

50 ☥♂ – *Fer*

51 ☥♃ – *Etain*

52 ☥♉ – *Bismuth*

53 ☥♌ – *Nickel*

54 ☥⚯ – *Arsenic*

55 ☥♌ – *Cobalt*

56 ☥♎ – *Zinc*

57 ☥♁ – *Antimoine*

58 ☥♑ – *Magnési, ou Manganèse*

59 ☥♂ – *Siderite*

N.ª *En retranchant le Signe* ☥ *qui se trouve à chaque Chaux Métallique, l'autre Signe seul, désigne le régule du même Métal.*

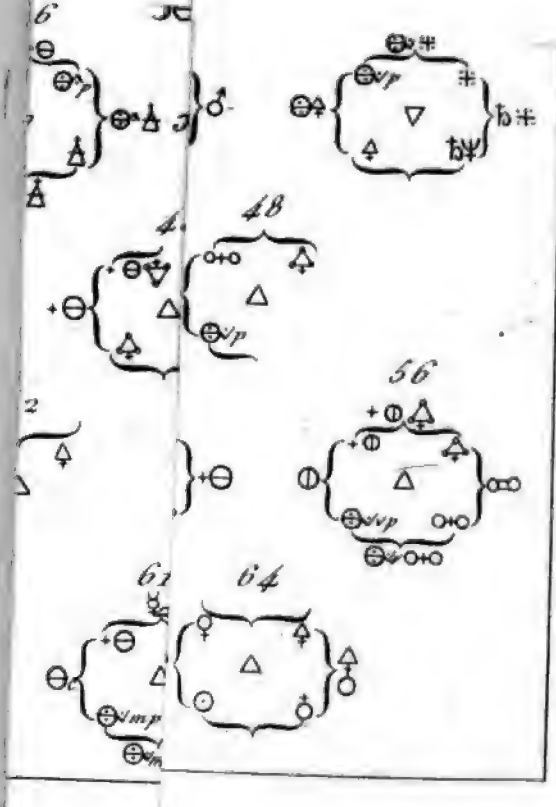
Chancelier de France, le sieur DE MAUPEOU, & un dans celle dudit sieur DE LA MOIGNON; le tout à peine de nullité des Présentes; DU CONTENU desquelles vous MANDONS & enjoignons de faire jouir ledit Exposant & ses ayans-cause, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchement. VOULONS qu'à la copie des Présentes, qui sera imprimée tout au long, au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, foi soit ajoutée comme à l'Original. COMMANDONS au premier notre Huissier ou Sergent sur ce requis, de faire, pour l'exécution d'icelles, tous actes requis & nécessaires, sans demander autre permission, & nonobstant clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires: CAR tel est notre plaisir. DONNÉ à Versailles, le vingt-septieme jour du mois de Septembre, l'an de grace mil sept cent quatre-vingt-sept, & de notre regne le quatorzieme. Par le Roi, en son Conseil.

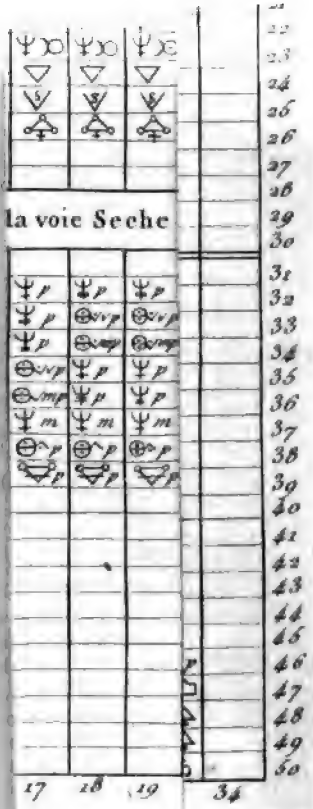
LE BEGUE.

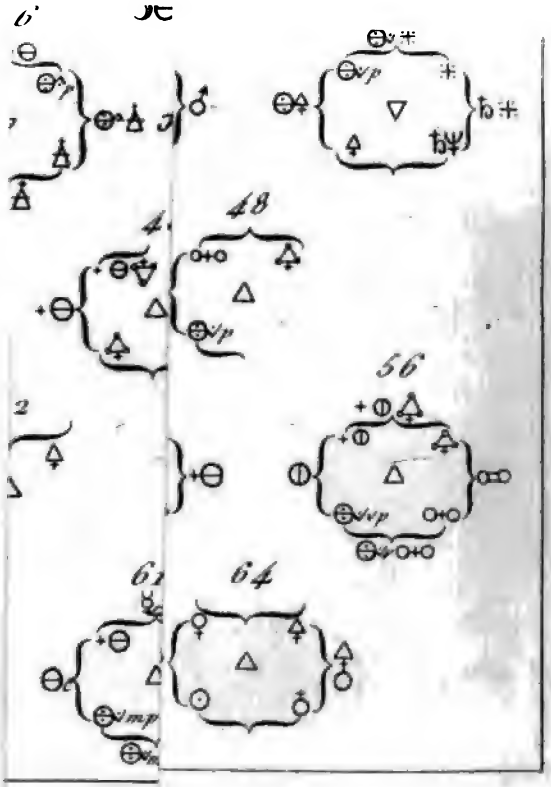
Registrée sur le Registre XXIII. de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 1117, *fol.* 360, *conformément aux dispositions énoncées dans la présente Permission; & à la charge de remettre à ladite Chambre les neuf Exemplaires prescrits par l'Arrêt du Conseil du* 16 *Avril* 1785. *A Paris le* 5 *Octobre* 1787.

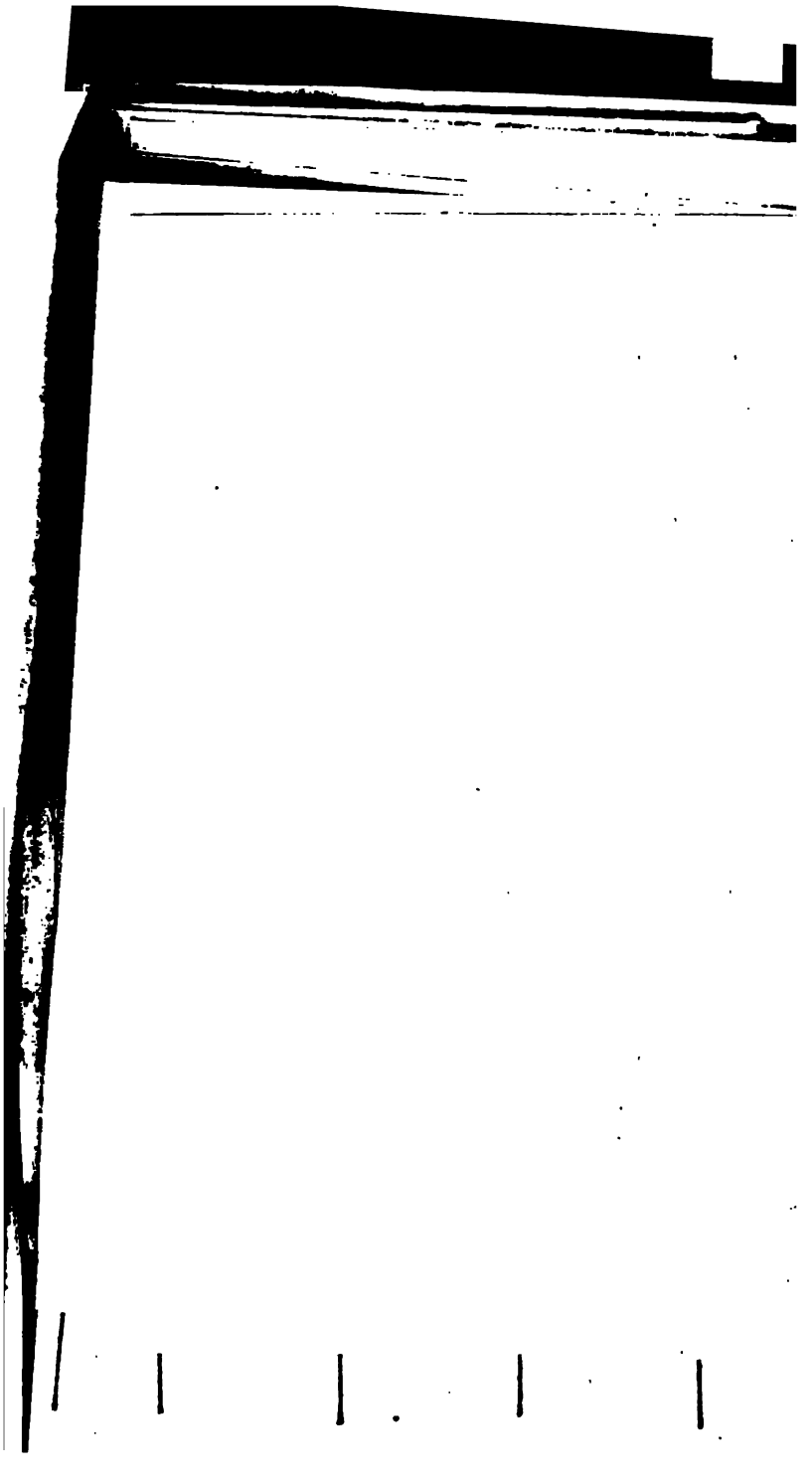
KNAPEN, Syndic.

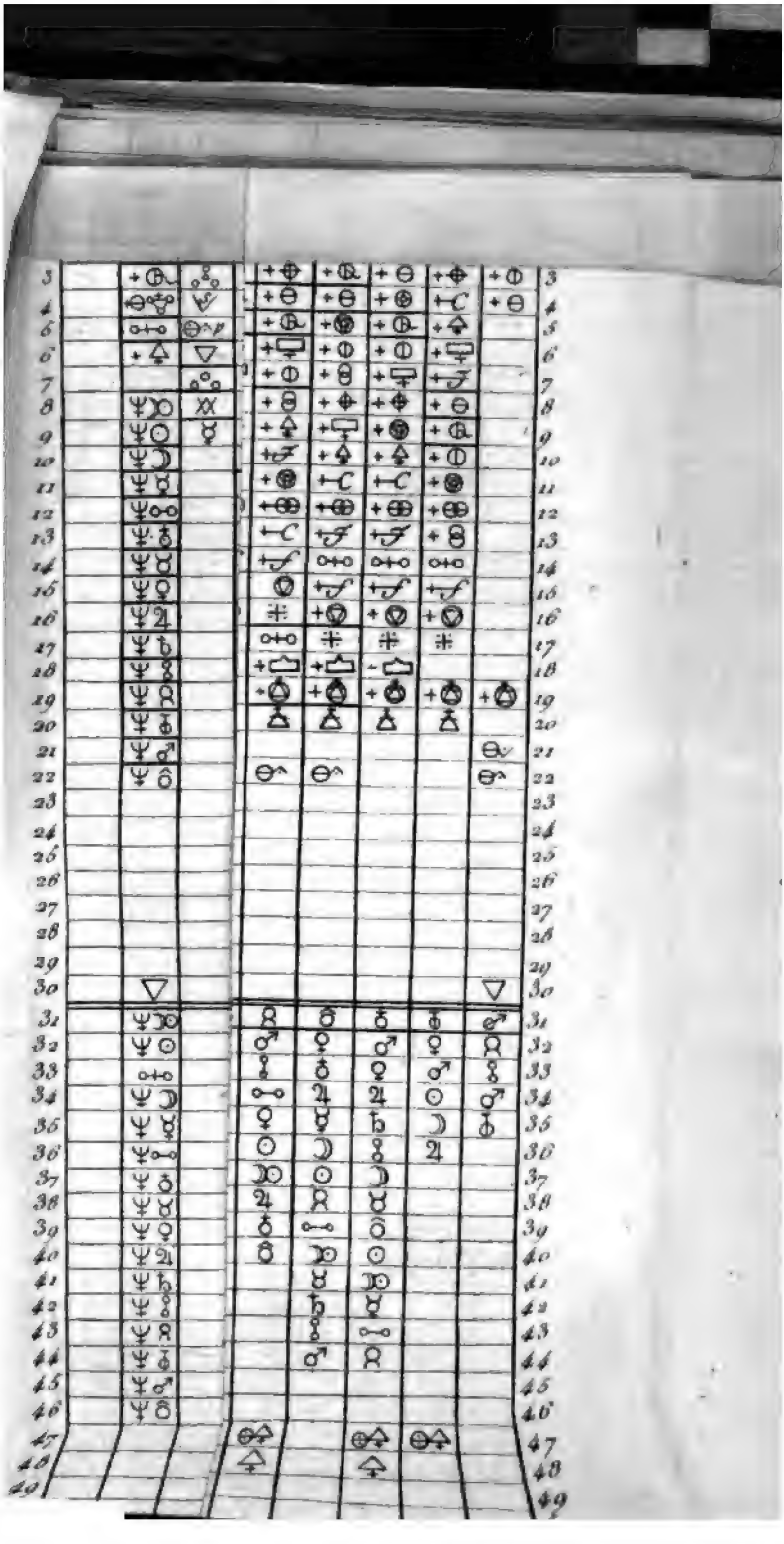
De l'Imp. de CL. SIMON, Imprimeur de Monseigneur l'ARCHEVÊQUE, rue S. Jacques, près S. Yves.

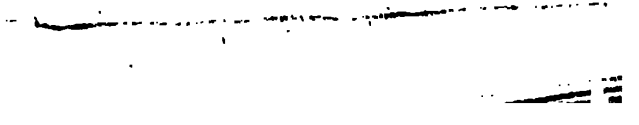

6
4.
48
56
61
64


la voie Seche
17
18
19
34


48
56
64







ANALYSE DU FER,

PAR M. TORB. BERGMAN,
Chevalier de l'Ordre Royal de Vaſa;

Traduite en françois avec des Notes & un Appendice, & ſuivie de quatre Mémoires ſur la Métallurgie;

Par M. GRIGNON, Chevalier de l'Ordre du Roi, Correſpondant de l'Académie royale des Sciences.

Prix, 3 liv. 12 ſols br.

A PARIS.

Chez MÉQUIGNON, Libraire, rue des Cordeliers, près des Ecoles de Chirurgie.

M. DCC. LXXXIII.

PRÉFACE.

ETANT à Montpellier, dans l'automne de 1781, je reçus une lettre datée de Stockolm, du 13 novembre, de M. Stokenſtrom, Aſſeſſeur du College Royal des mines, & Directeur-général du Roi, pour les forges à fer, en Suède.

Ce ſavant, dont j'ai fait la connoiſſance à Paris, dans un voyage qu'il fit en France en 1779, me mandoit que M. Bergman, rendu aux vœux ardens de ſes amis, venoit de publier ſur l'Analyſe du Fer, une diſſertation digne de la célébrité de ſon auteur & de l'accueil des ſavans; » que M. Bergman, dans » cet Ouvrage, démontroit évidemment par » des expériences, que la fonte différoit du » fer malléable, par une portion de *Molybdène;* qu'ainſi convertir la fonte en fer forgé, » c'eſt la priver de cette matière, & y ſubſtituer de la chaleur qui, ſelon la théorie de » M. Bergman, entre comme élément conſtitutif dans tous les corps: que cette découverte remarquable avoit été ſuivie d'une » autre encore plus glorieuſe pour M. Bergman, qui la lui avoit communiquée depuis

» peu de jours, & qu'il avoit assez de con-
» fiance dans son récit pour me la commu-
» niquer, quoique M. Bergman *n'ait pas en-*
» *core publié son essai.* Ce savant avoit trouvé
» la cause de la *fragilité* du fer cassant à froid,
» par la dissolution d'une mine, ou même
» d'un régule de fer de cette espèce, par une
» précipitation d'une dissolution quelconque,
» lesquels donnent un précipité blanc : c'étoit
» une poudre qui se précipitoit de la chaux
» du fer, & qui avoit les propriétés suivan-
» tes. Elle est blanche, c'est un caractère
» différent de la chaux du fer; calcinée, elle
» n'est pas attirable à l'aimant; traitée au feu
» avec quelques matières phlogistiques, elle
» donne un régule très-cassant & bien plus
» fusible que la fonte de fer; *ce régule n'est*
» *pas attirable à l'aimant.* Sa pesanteur spéci-
» fique est cependant presque la même que
» celle du fer avec lequel il se fond très-aisé-
» ment; & ce qui est très-remarquable, c'est
» qu'il le rend tout de suite très-cassant & fra-
» gile, & que M. Bergman n'a pu obtenir
» cette poudre blanche d'aucun autre fer qui
» n'est pas cassant à froid. Enfin, si ces hy-
» pothèses sont évidemment constatées, que
» je dois sentir quels éclaircissemens la Chi-
» mie & la Métallurgie en tireront. «

La célébrité justement méritée de M. Ber-

gman, la nature de la matière qu'il traite, la confiance que je dois à M. Stockenſtrom avec lequel je ſuis lié par l'eſtime, l'amitié & l'analogie des travaux, me firent naître le plus grand deſir de connoître plus particuliérement la diſſertation de M. Bergman. Mes occupations me retinrent dans différentes Provinces, juſqu'au mois d'avril dernier. En arrivant à Paris, je cherchai inutilement dans la librairie, un exemplaire de la diſſertation de M. Bergman.

J'appris que ce Savant, correſpondant de l'Académie des Sciences de Paris, avoit adreſſé à cette Compagnie, ſon Ouvrage dont M. Bertholet lui avoit rendu compte, & l'avoit encore entre les mains; effectivement, M. Bertholet me le remit en mai dernier.

J'aurois fort deſiré pouvoir me procurer le rapport de M. Bertholet, pour connoître & profiter du jugement que l'Académie avoit porté de cet Ouvrage; mais, quoique l'Auteur m'eut aſſuré qu'il étoit imprimé dans le Journal des Savans, je ne le trouvai nulle part.

En 1778, en faiſant l'Analyſe des mines ſpathiques de fer des montagnes d'Allevard en Dauphiné, j'avois obtenu par la diſſolu-

moit, contenoit des faits du plus grand intérêt, & des obſervations lumineuſes ſur la nature & les propriétés du fer, j'ai cru rendre un ſervice à ma Patrie, en lui préſentant ſous ſon idiome naturel l'ouvrage d'un ſavant étranger, qui, quoiqu'il ſoit écrit en latin, pourroit n'être ni lu, ni entendu du plus grand nombre des perſonnes auxquelles il peut être de la plus grande utilité.

Beaucoup d'excellens Chimiſtes ont négligé la langue latine, & n'ont pas moins formé de grands hommes. L'on peut apprendre la Métallurgie & les Mathématiques en françois; & beaucoup de maîtres de forges & de braves militaires qui ſont entrés dès leur plus tendre jeuneſſe au ſervice de l'artillerie, ſont ſavans ſans entendre Cicéron ni Démoſthène.

L'on ſait combien le Corps Royal d'artillerie réunit de bons officiers très-verſés dans l'art des forges, de la fonte des bouches à feu, & de tout le travail des arſenaux de la guerre.

Pour faire des progrès plus rapides dans ces connoiſſances néceſſaires, & procéder plus reguliérement & avec connoiſſance de cauſe, tant dans les opérations des forges, des arſenaux & des manufactures d'armes, que dans l'examen des objets ſoumis à leur

inſpection ; il eſt bon que les Commiſſaires connoiſſent à fond les principes conſtitutifs des matières qu'ils emploient. Ce motif eſt un des plus puiſſans qui me détermine à publier cette traduction, dont j'ai développé la théorie par des notes diſtribuées dans le corps de l'ouvrage, & par des obſervations particulières réunies dans l'Appendice qui ſuit cette traduction.

Animé du même zèle que M. Bergman, & cherchant avec la même candeur la vérité nue, je paſſe ſur le peu de mérite & de conſidération qui réſultent de la traduction matérielle d'un ouvrage, pour m'attacher au char de cet homme célèbre, même dans ſon pays.

J'ai laiſſé ſubſiſter dans le texte, l'ordre & l'enchaînement des matières, les poids & meſures de Suède, en indiquant ſeulement les rapports : je me ſuis attaché à rendre ſtrictement la penſée de l'auteur ; j'y ai même ſacrifié l'élégance du ſtyle : quoiqu'elle ne ſoit qu'un foible acceſſoire dans des ouvrages ſcientifiques, elle a toujours droit de plaire au lecteur, & de l'attacher à ſuivre l'auteur avec plus d'attention & de perſévérance. Mais indépendamment des notes, j'ai réuni à la fin de la traduction dans l'Appendice, preſque toutes les expériences de M. Bergman,

je les ai concentrées dans des tableaux, pour que d'un coup d'œil l'on puiſſe juger les rapports & les diſparités. J'ai eu l'attention de réduire le poids & la meſure de Suède, à ceux de France. J'ai analyſé les réſultats, & en ai tiré des conſéquences, pour démontrer les fondemens de ma théorie de la matière du feu & du phlogiſtique, deſquels dépendent les diverſes ſortes de variétés du fer.

Si je parois en oppoſition de ſentiment à cet égard avec M. Bergman, je me félicite d'avoir un adverſaire auſſi illuſtre; mais je crois qu'il ſera facile, non-ſeulement de nous juger, mais de nous concilier ſur cette oppoſition; car M. Bergman connoît, démontre & aſſure que la matière du feu, & le phlogiſtique en doſes différentes, occaſionnent des changemens très-notables. Je reconnois qu'il y a dans le fer des matières étrangeres, accidentelles qui peuvent être analogues à la plombagine, à la manganaiſe & à la matière ſiliceuſe, qui ont paru telles à M. Bergman, d'après ſes expériences; ces matières étrangères & d'autres qui peuvent toutes accidentellement exiſter dans le fer, ſont des acceſſoires étrangers, même inutiles; puiſque M. Bergman dit lui-même, qu'elles peuvent n'y pas toujours exiſter, & qu'elles ne ſont pas néceſſaires à l'exiſtence du métal: il s'ex-

prime ainſi dans le premier paragraphe de la Section VIII.

» Il eſt néceſſaire de rechercher & d'exa-
» miner les principales ſubſtances hétérogè-
» nes qui accompagnent ſouvent notre métal,
» (le fer), ou que l'on prétend qui lui ſont
» unies, leſquelles ne ſont point du nombre
» de ſes parties conſtitutives, quoiqu'elles
» puiſſent influer ſur ſes propriétés... telles
» ſont la manganaiſe, la plombagine, &c.

Dans la Section IX, cet auteur ne reconnoît que deux principes immédiats du fer, qui ſont une terre particulière & le phlogiſtique; j'y ajoute la matière de la chaleur: mais comme M. Bergman diviſe le phlogiſtique, qu'il appelle ailleurs principes ſubtiles, en phlogiſtique coagulant & en phlogiſtique réducteur; qu'il reconnoît ce phlogiſtique coagulant, pour être la matière de la chaleur; nous ſommes donc très d'accord ſur ce point.

Il ne s'agit que de décider ſi la fuſibilité de la fonte de fer, l'infuſibilité & la ductilité du fer doux, la propriété de l'acier de durcir à la trempe & d'y prendre plus de volume, ſi le défaut du fer caſſant à chaud, & celui du fer caſſant à froid; ſi tous ces accidens enfin procèdent de la différente modification

des molécules du fer, imprégnées en plus ou en moins, ſoit de la matière de la chaleur, ſoit du phlogiſtique, ſelon mon ſentiment; ou ſi ces accidens dépendent de la matière ſiliceuſe ou plutôt talqueuſe, de la plombagine ou de la molybdène que M. Bergman y a trouvée, ou de ſubſtances approchantes de ces matières : car M. Bergman dit qu'il n'oſe pas prononcer ſur leurs parties conſtitutives, & qu'elles reſſemblent ſeulement à la plombagine & à la manganaiſe. Quant à la matière blanche à laquelle M. Bergman attribue la fragilité du fer caſſant à froid, ce ſavant ne la décrit que par ſes propriétés extérieures, ſans une analyſe qui puiſſe en démontrer l'eſſence.

Au ſurplus, j'ai trouvé abondamment de cette matière blanche, par l'analyſe de la mine dite *Rive*, du genre des mines ſpathiques, & avec leſquelles on fait de bon acier & du fer très-doux en procédant convenablement; d'ailleurs il eſt ſi facile de rendre doux le fer le plus caſſant à froid, qu'un tour de main ſuffit. La propriété du fer caſſant à froid, ne procède donc point d'un précipité blanc qui ne tient ſa couleur que de l'abondance de la matière de la chaleur, & de la privation du phlogiſtique & du magnétiſme.

L'amiante ferrugineuſe eſt une matière très-

blanche, dénuée totalement du magnétiſme & du phlogiſtique, principe générateur des couleurs, & contenant de la matière de la chaleur qui détruit toutes les couleurs naturelles & artificielles.

Le diamant réfléchit des couleurs éclatantes, parce qu'il contient du phlogiſtique qui le rend brûlant.

Le criſtal de roche n'en réfléchit point, parce qu'il ne contient que de la matière de la chaleur ſans phlogiſtique; il ne brûle pas comme les variétés du diamant.

D'après ce court expoſé, le travail de M. Bergman, mes obſervations diſtribuées dans le cours de l'ouvrage & celles réunies dans l'Appendice, il eſt facile de nous juger, & de décider ſi, ſans avoir égard aux matières métalliques ou terreuſes étrangères qui peuvent contribuer à la propriété de la variété infinie de chaque fer en ſon genre, le plus ou le moins de la matière du feu & du phlogiſtique eſt le ſeul principe déterminant la propriété fondante, ductile, caſſante à chaud ou à froid; ou ſi ces accidens dépendent du mélange additionnel de la plombagine & de la manganaiſe ſuivant M. Bergman.

Ce ſavant a une théorie profonde, des connoiſſances de la plus grande étendue; c'eſt un

judicieux appréciateur. Je ne peux oppoſer à tant de prérogatives, qu'une longue habitude de manier la matière du fer, des principes de phyſique pratique, & le vif deſir de faire des découvertes utiles aux arts & à la ſociété.

J'aurois publié plus tôt cette traduction, ſi je n'avois été obligé de l'interrompre pour un voyage dans les mines du Limouſin, & pour pluſieurs ouvrages qui m'ont été demandés.

Je vais reprendre le traité de l'acier, pour y donner la dernière main; il y a plus de trois ans qu'il eſt commencé; j'y ai établi dès ce temps, ma théorie fondée ſur la matière de la chaleur & du phlogiſtique, du feu fixe & du feu volatil. J'en ai dit deux mots dans un Mémoire qui vient d'être imprimé dans le Journal de Phyſique du mois de ſept. 1782, & dont le Gouvernement a fait tirer des exemplaires, ſur les expériences que j'ai faites pour déterminer quelles ſont les variétés de fer que fourniſſent nos Provinces, qui ont le plus de propriété à être convertis en acier, & dans lequel je n'ai pas cru devoir m'étendre ſur cet objet, mais ſeulement d'en indiquer un apperçu.

Je penſe qu'il eſt néceſſaire que je faſſe connoître ici mes idées ſur le feu perma-

nent dans les corps, & le phlogiſtique qui eſt un feu volatil qui s'en ſépare.

Les Savants ne ſont pas d'accord ſur la dénomination de ces deux formes du feu. Ils appellent le premier, matière de la chaleur, feu principe, feu élémentaire, phlogiſtique coagulant, & quelquefois feu fixe. Je conſidère ce feu permanent dans les corps, & qui ne peut en être dégagé que par des chocs violents, comme le feu fixe par eſſence. Je penſe même qu'il ne doit pas être nommé autrement.

Le feu auquel Stahl a donné le nom de *Phlogiſton*, que les Chimiſtes François de ſon école ont franciſé, par le mot *phlogiſtique*, a été nommé ou défini, feu fixe, feu fixé par l'air, matière graſſe, phlogiſtique revivifiant, ſoufre des métaux, principe inflammable; enſorte que ces deux ſubſtances ſont également appellées, feu fixe, ou fixé, ce qui jette beaucoup d'obſcurité dans les écrits des Savants qui emploient le même terme pour exprimer deux éléments deſtincts & qui agiſſent différemment.

Sans rejeter le terme de phlogiſtique, qui par ſon origine radicale, exprime aſſez bien la nature de la choſe, je penſe qu'on doit le nommer feu volatil; parce qu'il l'eſt en

effet, & par oppoſition au feu fixe dont il diffère; afin de déterminer des idées préciſes ſur ces deux ſubſtances qui ont chacune une manière d'être, & des modifications différentes.

Il n'eſt pas plus extraordinaire de diſtinguer le feu, en feu fixe & en feu volatil, que l'alkali; puiſqu'ils ont l'un & l'autre ces deux propriétés acceſſoires, quoiqu'ils ſoient identiques, chacun dans ſon eſſence.

L'alkali n'eſt rendu fixe que par ſon intime union avec une terre vitreſcible qui lui communique ſa fixité. L'alkali volatil n'eſt tel, que parce qu'il eſt combiné avec l'air & le feu qui lui donnent de la volatilité.

Il en eſt de même du feu; le feu fixe, qui eſt celui qui reſte inhérent au métal, après ſa calcination, n'eſt rendu fixe, que par ſa forte liaiſon avec la baſe terreuſe élémentaire du métal. Cette union réſiſte à l'effet ordinaire du feu en action, & accompagne la terre métallique juſques dans ſa vitrification; au lieu que le phlogiſtique ou le feu volatil abandonne le métal auquel il étoit uni; lorſque la calcination, ſoit sèche, ſoit humide, dégage l'air avec lequel il étoit combiné; & cet air l'entraînant avec lui, le rend volatil, ou plutôt ces deux éléments

par leur élaſticité reprennent leurs propriétés eſſentielles.

L'on peut donc, ſans commettre un barbariſme en Chimie & en Métallurgie, appeler proprement feu volatil, ce que les Chimiſtes entendent par phlogiſtique, terme dont je me ſers conſtamment dans cette traduction, tant pour me conformer à l'énoncé de M. Bergman, que pour ne point choquer l'oreille par un néologiſme qui ſeroit cependant moins révoltant qu'alkali Pruſſien, ſel microſcomique, & autres qui ne donnent aucune idée de la nature des ſubſtances qu'ils déſignent, & qui tiennent de l'amphigouri & de l'afféterie qui doivent être bannis des Sciences.

Je joins à cette Traduction, quatre Mémoires que j'ai lus à l'Académie des Sciences, qui peuvent être utiles aux progrès des Arts.

Dans le premier, je propoſe les moyens de perfectionner le travail des Ancres de Marine.

Dans le ſecond, je m'occupe des moyens de perfectionner les travaux des Fonderies des Mines.

Le troiſième contient des obſervations ſur l'Action réciproque que l'Eau & le Feu ont l'un ſur l'autre.

Et le quatrième, eſt celui ſur la Cémentation dont l'édition eſt épuiſée, & que le Public a deſiré.

Le Lecteur doit être prévenu que les Lettres majuſcules qui ſont placées au commencement des paragraphes, ſont les cotes du texte latin, auxquelles M. Bergman renvoie quelquefois.

Les Aſtériſques (*), indiquent les notes de l'Auteur.

Les Notes du Traducteur ſont indiquées par des Lettres Majuſcules répandues dans le diſcours ou à la fin des paragraphes.

ANALYSE

DISSERTATION CHIMIQUE DE L'ANALYSE DU FER.

SECTION PREMIERE.

Des Variétés du Fer.

LES Arts en général font uſage du fer dans trois états différens, ſavoir ; le fer cru, (en ſuédois *Tackjarn*), le fer battu (*Stangjarn*), & l'acier.

Le fer cru, ou la fonte de fer moulée ſous diverſes formes, ſe prête à une infinité de nos uſages (A).

(A) Quoique nous ayons démontré dans nos Mémoires de Phyſique ſur le fer, (pag. 60), que la mine de fer réduite par la fuſion en une ſubſtance métallique, devoit porter le nom de matte de fer, ou de fonte de fer, ou enfin de

Le fer battu, ou rendu ductile par une ſeconde opération, corroyé avec art ſous le marteau, prend entre les mains des ouvriers, mille formes utiles à nos beſoins.

Enfin, le fer ſous le nom d'*acier*, poſſede dans un degré éminent, la ſolidité, l'élaſticité & la dureté; il eſt doué encore d'autres propriétés qui le rendent plus précieux que les deux variétés précédentes, & fournit aux Arts une matière merveilleuſe & propre à exercer la fécondité de leur genie. Au ſurplus, en quelque état que ſoit le fer, il eſt ſuſceptible d'éprouver des altérations qui en font varier à l'infini, la qualité & la propriété.

La différence que l'on apperçoit dans la qualité de la fonte de fer, ne dépend pas ſeulement du caractère des mines dont elle procède : la forme

---

fer cru : cependant nous voyons que tous les auteurs qui en parlent, même l'Academie, donnent à cette fonte le nom très-impropre de *fer fondu*, ou de *fer de fonte*, termes qui préſentent des idées oppoſées à la nature de la fonte; car la fonte de fer n'eſt point du fer fondu, il n'en exiſte point en état métallique; ce n'eſt pas du fer de fonte, puiſqu'elle eſt préparée avec la mine, & que le fer ductile qui a été préparé avec de la fonte dans les affineries, pourroit ſeul porter ce nom, comme on dit acier de fonte, c'eſt-à-dire, préparé avec la fonte, ou acier naturel, pour le diſtinguer de l'acier préparé avec le fer ductile.

Certains auteurs appellent la fonte de fer, *fer de gueuſe* : ce terme eſt auſſi impropre, puiſque le mot *gueuſe*, n'exprime que la forme ſous laquelle la fonte eſt moulée. C'eſt un priſme triangulaire : on en moule pour l'uſage des affineries des forges, en gueuſes, en guiſes, en ſaumons, en floſt, & pour les arts, ſous toutes les formes poſſibles : quelqu'un qui diroit, *fonte de pilaſtre*, ne ſeroit entendu de perſonne ; *fonte de gueuſe*, n'eſt pas un terme plus propre.

Nous emploierons dans cette traduction le terme de *fer cru* pour exprimer la fonte de fer, afin de nous rapprocher de M. de Bergman ; de celui de *fer battu* ou *ductile*, pour le fer proprement dit.

& les dimenſions des fourneaux de fonderie, la quantité & l'eſſence des charbons que l'on emploie à ſa fuſion, l'état des ſoufflets, la force, l'abondance & la direction de leur vent, ſont autant de cauſes qui influent ſur la qualité de la fonte : les ſeules proportions différentes du charbon & du minerai que l'on jette enſemble dans le fourneau, produiſent des fontes de caractères différens, que l'on diſtingue par des termes appropriés qui caractériſent les degrés de leur pureté.

L'on diſtingue donc le fer cru qui eſt ſurchargé de phlogiſtique (en ſuédois, *Nodſatt*) ; le fer cru qui eſt doué d'une juſte proportion de phlogiſtique, (en ſuédois, *Fullſatt*, *Lagom-malmadt*) ; enfin, le fer cru qui manque d'une quantité ſuffiſante de phlogiſtique, (en ſuédois, *Bardſatt*, *Sattjarn*) : nous négligeons d'autres diſtinctions plus ou moins eſſentielles & remarquables, & ſans nous y arrêter, nous paſſons à d'autres objets (B).

(B) Cette diſtinction que fait M. Bergman des différentes ſortes de fontes de fer, eſt purement phyſique & théorique : il eſt néceſſaire de mettre nos lecteurs à portée de l'entendre par les termes de pratique.

Le fer cru eſt le premier produit de la mine de fer, traitée dans les hauts fourneaux de fonderie des forges ; c'eſt ce que l'on appelle ſimplement fonte. Cette fonte varie dans ſa qualité ; ſa couleur annonce en général ſon caractère ; on la diſtingue en fonte noire, griſe & blanche.

La fonte *ſurchargée de phlogiſtique*, eſt la fonte noire, c'eſt-à-dire, celle qui eſt d'un gris très-foncé : elle eſt ſouvent limailleuſe ; elle procède d'une ſurabondance du feu, c'eſt-à-dire, du charbon employé relativement à la quantité de minerai à fondre.

La fonte douée d'une quantité ſuffiſante de phlogiſtique, eſt la fonte griſe : c'eſt la plus parfaite, & la plus propre pour ſervir dans les Arts, & pour être convertie, ſoit en fer, ſoit en acier ; elle procède de la juſte proportion du charbon, & du minerai introduit dans le fourneau : les parties élémen-

Pour que la fonte puiſſe devenir malléable, il faut la ſoumettre de nouveau au feu, l'y affiner, & l'y pétrir avec art, afin d'en obtenir beaucoup de bon fer, avec le moins de frais poſſible.

Indépendamment du caractère des fontes, les dimenſions des affineries, la qualité & la quantité des charbons, l'énergie & l'inclinaiſon du vent, ſont des cauſes à conſidérer, dont chacune produit des variétés infinies dans la qualité du fer; & quand même il n'en réſulteroit pas, le ſeul régime du feu, & la méthode d'opérer, ſuffiroient pour en faire naître un grand nombre.

Les méthodes de fabriquer le fer, qui ſont le plus en uſage en Suède, ſe réduiſent à deux; l'une à la vallone ou à la françoiſe, (en ſuédois, *Vallonſmide*) (C), l'autre à l'allemande, (en ſuédois, *Tysksmide*) (D). Cependant, il y en a une troiſième qui par-

---

taires ſont ſaturées du phlogiſtique, au point néceſſaire de lui conſerver ſa fuſibilité.

La fonte pauvre en phlogiſtique, eſt celle qui eſt blanche; elle procède d'une trop foible quantité de charbon, employée relativement à celle du minerai: cette fonte ne peut ſe mouler parfaitement; elle donne ordinairement des fers caſſans, & de mauvais aciers.

(C) La méthode vallone eſt celle par laquelle on affine la fonte dans un feu appelé *affinerie plate*, pour enſuite le chauffer, & le ſuer dans un autre feu appellé *chauffèrie volante*, ou feu extenſeur, parce qu'on tire le fer de ce feu pour le porter au marteau, afin de l'y corroyer & de l'étirer.

(D) Par la méthode allemande, on affine & l'on chauffe le fer dans un même feu que l'on nomme *renardière*.

Nous avons en France encore deux autres méthodes; l'une à la Catalane, par laquelle on combine dans le même feu les trois opérations de la fabrication du fer, c'eſt-à-dire, la fuſion du minerai, l'affinage de la fonte, & le ſuage du fer.

L'autre méthode ſe nomme à l'Italienne; l'on en fait uſage dans le Dauphiné, où l'on fond le minerai dans de hauts fourneaux: la fonte en provenant, eſt refondue & réduite en

ticipe plus ou moins des deux autres. L'on a abandonné preſqu'entièrement d'anciens procédés, l'un par lequel on faiſoit de petits lopins que l'on nommoit (en ſuédois, *Oſmundſ-ſmide*), & l'autre uſité par des payſans montagnards qui faiſoient de gros maſſes que l'on nommoit (en ſuédois, *Buth*, *Buth-ſmide*) & plus ordinairement (*Rannſmide*), à cauſe de la célérité du travail; parce qu'en un jour ou deux au plus, on tiroit le minerai, & on en forgeoit le fer.

Il n'y a plus lieu d'être ſurpris ſi le fer, qui par lui-même étant un métal diſpoſé à éprouver tant de changemens, paroît différer ſi eſſentiellement par la dureté, la ductilité, la tenacité & l'élaſticité; mais l'oppoſition de caractère la plus digne d'attention, & que nous devons faire remarquer, eſt celle-ci: l'on trouve du fer très-ductile étant froid; mais, lorſqu'il eſt chaud, il ſe briſe ſous le marteau; on le nomme fer caſſant à chaud, (en ſuédois, *Rodbrackt*): un autre fer étant chauffé à propos, eſt très-docile au forgéage, mais, lorſqu'il eſt froid, il ſe gerce, ſe fend & ſe briſe; on le nomme fer caſſant à froid, (en ſuédois, *Kallbrackt*): enfin, une troiſième eſpèce paroît également ductile, ſoit qu'il ſoit chaud, ſoit qu'il ſoit froid; on l'appelle fer doux ductile, (en ſuédois, *Smidigt*) (E).

L'acier dans ſa préparation, reproduit une nou-

---

mazelle que l'on affine & fait *pâtir* dans un autre feu, lequel ſert enſuite à avaler, corroyer & ſuer le fer, avant de l'étirer.

(E) Ces trois variétés ne ſont pas les ſeules que le fer préſente; il y en a une quatrième qui eſt caſſante à chaud & à froid: je connois pluſieurs mines en France qui en produiſent, elles ſont rarement exploitées: il y en a en Bourgogne, en Champagne, & dans le Barois; l'acier eſt ſujet à caſſer à froid & à chaud. Il eût été à deſirer que M. Bergman eût ſoumis à ſes expériences cette ſorte de fer dont il parle, (exp. 208), en citant les fers qui ſont impregnés d'arſenic.

velle foule de variétés qui procèdent non-ſeulement de la matière que l'on ſe propoſe de convertir, & qui eſt ſuſceptible des différences de caractère que nous avons fait obſerver plus haut, mais encore des divers procédés que l'on emploie. En général, l'acier ſe prépare, ou par la fuſion, ou par la cémentation; le premier ſe nomme acier naturel, (en ſuédois, *Smeltſtal*); l'autre acier artificiel, (en ſuédois, *Branſtal*): mais de quelque eſpèce qu'il ſoit, on lui a aſſigné tant de noms différens qui procèdent de la diverſité de ſa matière première, ou du genre de procédé employé à ſa préparation, ou de l'uſage auquel une propriété particulière le rend plus propre, que nous croyons pouvoir nous diſpenſer de les rapporter ici, avec d'autant plus de raiſon que cette longue énumération ſeroit faſtidieuſe & inutile, ſi nous n'y ajoutions pas la deſcription des procédés. Et en effet, à quoi nous ſerviroit de rapporter ici des dénominations qui ſont ſi originales, & ſouvent ſi abſurdes, données à l'acier par le vulgaire des ouvriers, lorſque nous ne faiſons encore que d'articuler légèrement ſes différentes variétés, & qu'à peine les appercevons-nous au bord de l'horizon (F) & dans le lointain?

Le fer eſt ſans doute le ſeul métal dont le caractère ſoit auſſi inconſtant: l'on n'apperceveroit pas un ſi

(F) L'on ne doit pas toujours rejeter les expreſſions triviales & groſſières des ouvriers; leurs idées rétrécies dans un petit cercle d'expreſſions, les oblige de forger des mots pour exprimer à leur manière, ce qu'ils ſentent ſous la lime & le marteau, qui ſont pour eux des organes ſecondaires & extérieurs. Ils imitent ſouvent les Sauvages qui appellent le fer par un terme qui, en leur langage, ſignifie *peſant*.

Je balbutie quelquefois avec les ouvriers, pour donner à mes idées une force d'attraction analogue aux leurs, pour pouvoir les ſaiſir & les clarifier enſuite; j'ai plus appris avec eux, en leur ſervant de compagnon, que de maître.

grand nombre de différences dans ſes propriétés, ſi quelque portion plus ou moins abondante de métal étranger ne s'amalgamoit avec lui, nonobſtant la variété de ſes mines, de leur matrice, & celle des procédés par leſquels on retire par la fuſion ce qu'elles contiennent de métal : il faut cependant être juſte, & avouer que cette inconſtance ſouvent ſi fâcheuſe, eſt la baſe & la principale ſource d'une infinité d'uſages qui n'auroient pas lieu, ſi les principales qualités du fer, telles que la dureté, la tenacité, la ductilité & l'élaſticité, étoient toujours réunies & ſoutenues au même degré d'intenſité ; la propriété du fer ſeroit alors circonſcrite dans une ſphère rétrécie : mais tandis que d'un côté, la réunion de ces quatre propriétés forme une ſérie de nuances infinies de différentes qualités ; de l'autre, diverſes combinaiſons de ſubſtances de différentes natures réunies, offre un vaſte champ à l'induſtrie, pour y déployer toute ſa ſagacité, & avec tant d'avantages, que l'on peut dire que le fer eſt un polymorphe, un Protée qui ſe préſente ſous tant de formes, que ſeul il tient lieu de pluſieurs métaux (G).

(G) La réflexion de M. Bergman eſt ſi bien fondée, que je ne puis me diſpenſer de la développer.

Les fers les plus caſſans à froid, ſont les plus propres à faire le clou à ardoiſe ; tels ceux de Moyeuvre dans le pays Meſſin, & ceux de Bretagne.

Les fers de roche de Champagne, ſont les plus propres aux bandages de voiture, parce qu'ils ſont fermes & durs, ils réſiſtent au choc & au frottement.

Les chevilles de marine exigent un fer qui ne plie ni ne caſſe, ainſi que la groſſe clouterie ; tels ceux du Rouſſillon, du Dauphiné & du Limouſin.

Les fers de la baſſe-Champagne, du Languedoc, de la Normandie, qui ſont à grain & légèrement caſſans, ſont d'un bon uſage pour la moyenne clouterie, parce qu'ils ſoudent facilement, & font une belle pointe.

Le fer eſt non-ſeulement précieux par ſes éminentes qualités, mais ſouvent encore il ſurpaſſe en valeur tous les autres métaux, l'or même qui eſt à ſi haut prix : une livre de fer ſimplement tirée en fil, centuple le prix du fer brut ; lorſqu'il eſt employé dans le mécaniſme des montres, il augmente de plus de 70 mille fois ſa valeur ; & il excède ſon prix de 1,600,000 fois dans la compoſition de ces chefs-d'œuvres des Arts qui fixent notre admiration (*). (H).

Les nations civiliſées, qui préfèrent ſouvent l'art & le fini à l'utilité de l'ouvrage, ne ſont pas les ſeules qui mettent le fer à ſi haut prix ; les Sauvages & les Barbares qui manquent de ce précieux métal, le

---

Il faut des fers nerveux & bien étoffés pour contenir les aſſemblages de l'Architecture, & former les eſſieux de voiture; tels ceux d'Alſace, de la haute-Lorraine & du Berry.

Les ouvrages d'embelliſſement & de luxe, demandent des fers doux, homogènes, d'une pâte bien liée, & d'une étoffe unie ; tels que les meilleurs de Franche-Comté, & quelques veines de roche en Champagne.

Les tréfileries ne peuvent employer que des fers doux, & dont l'étoffe ſoit ſupérieure à la pâte ; l'Alſace, la Franche-Comté & le haut-Langrois, fabriquent des fers de cette qualité, lorſqu'on apporte de l'attention à leur fabrication.

Les armes à feu exigent un fer d'une pâte homogène, & d'une étoffe bien liée, ferme au marteau & à la lime, ſans aigreur, un peu de grain avec beaucoup de nerf gris, pour qu'ils ſoudent bien. Le Luxembourg françois, le Dauphiné, le Limouſin, en fourniſſent de très-bons à cet uſage ; & quelques autres Provinces, lorſque la qualité de la mine & l'attention dans la fabrication concourent de concert à donner au fer cette propiété.

(*) Diſcours de M. Ekſtrom, à l'Académie royale des ſciences de Stockholm.

(H) Cette préexcellence que l'auteur attribue au fer ſur tous les autres métaux, & le haut prix auquel il le porte, pourroient paroître exagérés ; cependant je connois des choſes très-approchantes, ſans vouloir garantir l'enthouſiaſme de M. Ekſtrom.

préfèrent à tous les autres ; ils expoſent même ſouvent leur vie pour voler, ou enlever de force un clou; ce fait eſt confirmé par pluſieurs voyageurs (J).

SECTION II.

De la Recherche des cauſes de la variété des Qualités du Fer.

QUOIQU'IL y ait lieu de croire que le fer ait été connu & travaillé preſque depuis le commencement du monde, cependant rien de plus obſcur encore que nos connoiſſances actuelles ſur la nature de ſes parties intimes ; & il nous paroît que l'innombrable variété de ſes propriétés tient à des cauſes couvertes encore d'un voile très-épais (L).

Il faut d'abord en général chercher les cauſes des variations du fer, ou dans un corps étranger qui peut n'y pas être, ſans avoir égard à l'eſſence du fer, ou dans la variété des proportions de ſes principes conſtitutifs.

Le nombre des corps hétérogènes qui peuvent être combinés avec notre métal, eſt immenſe ; mais ce n'eſt pas une raiſon de leur attribuer à chacun en par-

(J) Le célèbre & malheureux capitaine Cook nous aſſure que les Sauvages ſe précipitoient à l'envi dans la mer, pour aller chercher au fond de ſes abymes quelques vieux cloux qu'il y jettoit ; quelquefois il en diſtribuoit avec économie, pour cimenter des traités d'alliance, & pour procurer des rafraîchiſſemens à ſon équipage, parce que le fer n'eſt point encore ſorti du ſein de la nature, dans ces régions ſauvages où il a eu l'art & la noble hardieſſe de pénétrer.

(L) Les Marbres d'Oxford fixent à l'an 1432 avant l'ère chrétienne, les premiers rudimens de l'art de fabriquer le fer, d'après Euſèbe, Clément d'Alexandrie, Strabon, Diodore de Sicile, Héſiode & Pline ; il y a lieu de croire qu'il remonte plus haut.

ticulier l'effet des cauſes que nous cherchons : l'on doit plus particulièrement ſuſpecter ceux qui ſe trouvent ſouvent combinés avec les minerais; du nombre de ces derniers ſont le ſoufre & la plombagine qui lui eſt analogue ; parmi les métaux, l'arſenic, quelquefois le zinc, & preſque toujours la manganaiſe (M): n'eſt-il pas à propos par des expériences convenables de tenter à découvrir, s'il y a une ou pluſieurs de ces ſubſtances combinées dans le fer, & enſuite rechercher quels effets il en peut réſulter (N) ?

La compoſition intime du fer n'a pas encore été miſe en évidence : nous ſommes donc obligés de recourir à l'analogie pour diriger nos nouvelles tentatives. Nous ſavons que l'arſenic eſt compoſé d'un acide particulier qui lui eſt propre, lequel combiné avec une certaine doſe de phlogiſtique, forme une maſſe concrète qui eſt l'arſenic blanc. Or, ſi l'on unit à cette ſubſtance coagulée, une portion déterminée du principe inflammable, on la réduira en un régule qui aura toutes les propriétés d'un demi-métal (O). Des

(M) Je me ſers ici du terme de manganaiſe, au lieu de magnéſie, pour éviter l'équivoque de dénomination, avec la magnéſie, ou terre magnéſienne qui n'a aucun rapport avec le fer, ni avec la manganaiſe ou ſavon des verreries, en latin *magneſia*.

(N) Il y a pluſieurs autres métaux combinés avec les mines de fer, & qui peuvent contribuer à ſon altération : le cuivre eſt abondant dans certaines mines de fer ſpathique des Alpes & des Pyrénées ; le plomb, dans une mine de Cooatnoz en Bretagne ; quelques veines de Berry, de Pontoiſe, contiennent de l'or. L'argent & le plomb ſe trouvent combinés avec le fer à Houelgouate en Bretagne. L'on ſoupçonne des mines de fer antimoniales dans l'Auvergne, le Limouſin & le Nivernois : preſque toutes les mines de fer de France, contiennent du zinc, ſur-tout les mines ſecondaires & d'alluvion.

(O) Puiſque M. Bergman tire une induction par analogie, qu'il me ſoit permis d'en tirer une autre. Si l'arſenic blanc eſt une concrétion réſultante de l'union d'un acide avec le phlo-

expériences, tant d'analyſe que de ſynthèſe, ont fait connoître la réunion de ces principes de l'arſenic : il ne réſulte pas de-là, que l'on doive conclure avec exactitude, que chaque eſpèce de métal ſoit le réſultat d'un acide radical uni au phlogiſtique, ou pour mieux dire, que les chaux des métaux ſoient des acides particuliers concrets par l'effet du phlogiſtique ; cette manière de raiſonner ſeroit très-dangereuſe : il faut donc apporter la plus grande circonſpection dans la recherche des opérations de la nature, & ne s'expoſer dans les ſentiers obſcurs qui conduiſent à ſon ſanctuaire, qu'avec le fil d'Ariane, juſqu'à ce que les conjectures que l'on peut faire, puiſſent être detruites ou confirmées par des expériences exactes & préciſes. Cependant dans le cas préſent, il ſe préſente à l'idée une probabilité ſingulière ; les métaux en perdant leur phlogiſtique, ſe réduiſent tous en une poudre ſemblable qui eſt une terre fuſible & très-péſante ; s'ils recouvrent par quelques moyens leur phlogiſtique, ils reparoiſſent de nouveau avec toutes leurs propriétés métalliques antécédentes. Eſt-ce que l'on

giſtique, ayant la propriété de ſe ſublimer, l'arſenic a juſqu'alors une parfaite analogie avec le ſoufre commun, tant par ſa conſtitution, que par ſa propriété volatile : mais l'arſenic blanc traité par le feu avec le phlogiſtique réducteur, donne un régule métallique ; ce que l'on n'a pu encore tirer du ſoufre ; voilà une différence : il y en a encore une autre qui eſt que le ſoufre ſe diſſout dans les huiles, c'eſt un ſel bitumineux : l'arſenic ſe diſſout dans l'eau, c'eſt un ſel, & un ſel métallique : il faut donc qu'il entre dans la compoſition de l'arſenic, une terre métallique qui eſt l'excipient de l'acide & du phlogiſtique.

Le ſoufre laiſſe après ſa combuſtion, une matière brune & noirâtre peu abondante : ce réſidu pourroit être une terre ferrugineuſe ; on pourroit s'en aſſurer, en traitant en grand cette matière que l'on trouveroit abondamment dans les manufactures d'huile de vitriol, dans leſquelles on prépare cet acide avec le ſoufre. Que l'on me paſſe ces doutes, juſqu'après la démonſtration.

ne peut pas compter ſur une grande analogie entre ces différentes chaux métalliques ? Dans toutes, le phlogiſtique eſt le même ; la ſeule variété des acides qui les ſature, conſtitue les différences ſpécifiques des métaux : aucuns des phénomènes cités juſqu'ici ne répugne ; au contraire, pluſieurs préſentent des rapports.

Quoique la Chimie n'ait pu encore découvrir la nature des acides métalliques, excepté celui de l'arſenic, nous reſtons ferme dans nos idées ; car la liaiſon du phlogiſtique coagulant peut être ſi intime & ſi forte, que les moyens que l'on a employés juſqu'alors, n'ont encore pu la rompre, & qu'elle réſiſtera encore des ſiècles aux efforts de l'Art. Cette portion de phlogiſtique qui reſtitue aux chaux leur état métallique, s'en ſépare pour l'ordinaire facilement : cependant cette liaiſon eſt ſi inégale qu'il en réſulte la diviſion des métaux en nobles ou parfaits, & en métaux obſcurs ou imparfaits : s'il y a une différence ſi évidente dans le principe néceſſaire pour opérer la réduction d'un métal, pourquoi n'y en auroit-il pas une dans la portion coagulante (P) ?

(P) Il doit y avoir néceſſairement une différence eſſentielle entre le phlogiſtique coagulant, & le phlogiſtique réducteur, puiſqu'ils n'ont pas les mêmes propriétés. Ce ſont deux êtres inviſibles & inſenſibles ; on n'a pu les ſéparer purs juſqu'alors des ſubſtances qui les contiennent.

L'air inflammable n'eſt point le phlogiſtique réducteur, mais un air chargé de phlogiſtique, comme le charbon eſt un corps denſe, chargé de phlogiſtique. On réunit le phlogiſtique réducteur aux ſubſtances qui en ſont dépourvues, & on l'enlève à celles qui en ſont douées en quantité ſuffiſante, ou en ſurabondance par des doubles ou triples affinités, ſoit par la voie ſèche, ſoit par la voie humide.

Le mot phlogiſtique eſt trop généraliſé ; & mille gens l'emploient, ſans le connoître ni l'entendre.

Le phlogiſtique & la chaleur peuvent exiſter & agir l'un ſans l'autre ; ce ſont deux parties conſtitutives, & en même

Maintenant, appliquons au fer cette théorie que nous regardons comme très-probable, afin qu'elle ſerve de baſe aux nouvelles expériences qui doivent confirmer nos hypothèſes, ou les détruire radicalement. Occupons-nous d'abord du phlogiſtique revivifiant; ſa quantité ne peut-elle pas varier dans le fer? S'il peut y avoir de la variation, il faut ſcruter à fond quel effet elle produit dans les différentes circonſtances; après avoir fixé ces limites, il ſera néceſſaire de paſſer à l'examen du phlogiſtique coagulant, tenter de le ſéparer de ſa baſe, juſqu'à ce qu'enfin on en obtienne un acide pur radical; & enſuite examiner avec ſoin la quantité produite de cet acide, & quelles en ſont les propriétés.

Au ſurplus, tous les corps de la nature contiennent une portion quelconque de la matière de la chaleur qui leur eſt fortement adhérente, ce qui eſt facile à démontrer particulièrement dans les métaux.

La doſe de cette chaleur n'eſt-elle pas différente dans le fer, à raiſon de ſes différentes ſituations? Il convient de déterminer par des expériences cette variété, & d'en reconnoître les effets.

---

temps des propriétés du feu. La chaleur eſt le principe du feu; le feu fixe uni à la terre conſtitutive des corps, & le phlogiſtique qui eſt le feu combiné avec de l'air fixe, en eſt l'aliment : la chaleur du ſoleil contient la chaleur principe, ſans phlogiſtique, ainſi que la chaux & les alkalis cauſtiques : le phlogiſtique uni à l'air ou à l'eau, contient le moins de chaleur poſſible; lorſque ces deux ſubſtances ſont en contact, il y a auſſitôt embraſement & déflagration, ſouvent fulguration.

Le Courier de l'Europe du mois de juillet, rapporte une expérience de M. Prieſtley, par laquelle ce ſavant revivifie la chaux de plomb, au moyen de l'air inflammable enflammé par la chaleur ſolaire, d'où il conclut que l'air inflammable eſt le phlogiſtique. Cette concluſion ne porte pas le caractère de la conviction, parce que l'expérience n'eſt pas démonſtrative, quoique l'effet en ſoit vrai. Le phlogiſtique eſt un prin-

Juſqu'ici nous avons effleuré, ſeulement comme il convenoit, les principales matières pour ſervir d'eſquiſſe à celles qui doivent ſuivre : quoique nous expoſions bien des expériences, il en reſte encore bien d'autres à faire ; cependant il ne ſera peut-être pas inutile de publier ces fragmens, qui, quoiqu'alors imparfaits & tronqués, pourront déterminer d'autres ſavans à courir la même carrière. Ce travail n'eſt pas moins utile qu'il eſt pénible & épineux ; il exige les loiſirs de pluſieurs années qui lui ſoient uniquement conſacrés ; & outre un appareil complet d'inſtrumens néceſſaires, il faut y apporter un génie propre à inventer & à exécuter avec ſagacité les expériences qui peuvent jeter un grand jour ſur cet objet ; il faut un homme infatigable dans ſes recherches, qui ſoit exact & preſte à ſaiſir & à déterminer les différens phénomènes qui ſe préſentent ; enfin, lent & ſobre dans ſes concluſions, ſi quelque importante découverte lui fait appercevoir la vérité.

---

cipe ſecondaire inflammable, qui eſt ſuſceptible de s'unir avec tous les corps & les élémens : l'eau chargée de phlogiſtique revivifie les chaux métalliques, comme l'air qui en eſt ſaturé : l'air inflammable eſt donc de l'air chargé de phlogiſtique, & non le phlogiſtique lui-même pur.

L'on pourroit appeler ce que M. Bergman nomme le *materia caloris*, phlogiſtique coagulant, le feu fixe, le feu rendu fixe par ſa combinaiſon avec la terre élémentaire ; & le phlogiſtique réducteur pourroit ſe nommer le feu volatil, ou rendu volatil par ſon union avec l'air fixe, lequel ſe ſépare des corps par l'intermède de l'air atmoſphérique qui prend ſa place dans les chaux métalliques. Voyez la Préface.

(Q) M. Bergman s'eſt peint d'après nature à la fin de ce paragraphe ; quiconque voudra ſuivre ce ſavant dans la même carrière, doit avoir comme lui ce ſentiment vif de l'amour de la vérité, qui eſt toujours fécond en moyens ; cette ſublime candeur qui inſpire la confiance ; ce tact délicat qui ſaiſit tout à ſa place ; enfin cette circonſpection lente & froide dans les jugemens.

SECTION III.

De la Recherche de la quantité du Phlogiſtique réducteur, par la voie humide.

POUR détruire toute ambiguité, quoique nous nous ſoyons déja expliqué aſſez clairement, nous croyons devoir prévenir en termes formels, que nous entendons par *phlogiſtique réducteur*, cette portion dont la ſouſtraction fait perdre entièrement la forme à un métal, lequel eſt alors ſoluble dans les acides, ſans produire aucun fluide aériforme, & laquelle étant reſtituée au métal, lui rend toutes ſes propriétés métalliques.

Nous attribuons tout ce qui reſte d'inflammable à la portion coagulante; à moins qu'il n'exiſte quelque corps étranger inhérent, qui ſoit imbu du même principe ſubtil.

Pour parvenir à conoître cette quantité de phlogiſtique avec plus de préciſion, nous ne nous ſommes pas contenté de ſuivre une ſeule route, nous en avons pratiqué diverſes autres qui pouvoient nous conduire au même but.

Il eſt connu (*) que les métaux perdent, lors de leur diſſolution dans les acides, leur phlogiſtique réducteur, lequel forme des fluides aériformes de diverſes natures ſuivant les circonſtances. L'acide vitriolique & le muriatique en diſſolvant le fer, produiſent de l'air que l'on appelle ordinairement inflammable: on nomme nitreux, celui qui réſulte de la diſſolution du fer dans l'acide du nitre.

(*) Opuſcul. de M. Bergman, vol. II. pag. 354.

Comme ces fluides aériformes conſervent le phlogiſtique qui entre dans leur compoſition, nous avons jugé que le volume de ce fluide inflammable produit, étoit proportionnel aux quantités, même par rapport au principe inflammable, ce qui eſt parfaitement d'accord avec le réſultat des expériences que nous allons détailler.

(A) Voici la manière de procéder. L'on prend un matras de verre qui ait un petit col, l'on y adapte un tube contourné en S, dont l'une des extrémités doit être uſée à l'émeri, pour qu'étant adaptée, elle ſcelle exactement de toutes parts : on introduit le matras dans un vaſe de cuivre muni d'un couvercle percé de façon qu'il contienne & aſſujetiſſe ſolidement le col du matras, & que l'ouverture libre du tube puiſſe entrer dans l'ouverture d'une bouteille renverſée, pleine d'eau, & ſuſpendue à une diſtance convenable dans un vaſe poſé deſſous, de façon que l'orifice ſoit au-deſſous de la ſurface de l'eau (R).

L'appareil étant monté, l'on introduit de l'eau dans le vaſe de cuivre, & on excite le feu juſqu'à l'ébullition de l'eau ; on jette enſuite dans le matras, un quintal de fer réduit en poudre, ſoit par l'effet de la lime ou du marteau, ſuivant ſa ſituation & ſon caractère ; on affermit le col au couvercle du bain-marie, & l'on ajoute une quantité d'acide néceſſaire, pour diſſoudre le quintal de fer ; à l'inſtant l'on adapte le tube contourné, laiſſant libre l'extrémité qui eſt déja fixée à l'orifice du récipient : enfin, l'on plonge avec précaution le matras dans l'eau du vaiſſeau de cuivre ; on y adapte ſon couvercle. Ces précautions priſes,

(R) Cet appareil eſt du genre de ceux que l'on appelle pneumato-chimiques ; il eût été à deſirer que l'auteur l'eût fait graver. Ce ſont de vrais aréomètres. Il paroit que l'appareil que décrit M. Bergman, ſeroit ſuſceptible de perfection.

l'on

l'on fait bouillir l'eau, & l'on continue de la tenir en ébullition, tout le temps qu'il paſſe de l'air dans le récipient, & ce, particulièrement pour empêcher que l'eau du récipient n'entre dans le matras, ce qui arriveroit ſi la chaleur ſe ralentiſſoit.

Dans toutes les expériences, j'ai employé une meſure égale d'acide vitriolique, ce que j'ai obſervé auſſi avec les autres acides, dans les expériences qui ſeront enſuite rapportées.

Comme je me ſuis ſervi dans toutes les expériences du même appareil, & que j'ai employé toujours le même degré de chaleur, les réſultats ont toujours été les mêmes & uniques, comme cela doit être; la quantité du fer ſeule a varié.

Nous avons réduit le volume des fluides aériformes, en pouces cubes calculés par les décimales; chaque pouce cube contenant deux loths d'eau pure.

Le matras avec ſon tube contenoit 8 $\frac{1}{2}$ loths d'eau, ou 4 $\frac{1}{4}$ pouces cubes : l'ayant expoſé vide dans l'eau bouillante, il a pouſſé dans le récipient 1 $\frac{1}{4}$ pouce cube d'air ſeulement; le même étant expoſé à la même chaleur, & contenant 2 loths d'eau, ou un pouce cube, qui eſt le volume répondant à peu près à celui de la diſſolution, il a donné à cauſe des vapeurs, 3 pouces d'air dans le récipient, leſquels ſont à ſouſtraire de tous les produits aériens, ce que l'on a obſervé dans les calculs des tableaux ſuivans (S).

(S) Il eſt néceſſaire de donner les rapports des meſures de Suède avec celles de France, pour pouvoir apprécier au juſte les réſultats des expériences de M. Bergman, & afin de connoître le volume des matières employées & celui des produits.

Rien n'eſt plus vague & plus incertain que ce que pluſieurs auteurs ont écrit à ce ſujet. Voici un rapport plus précis.

Le pied-de-roi du châtelet de Paris ſe diviſe d'abord en duodécimales, pouces & lignes, dont chacune ſe ſubdiviſe en décimales, points ou parties; il en contient 1440.

(B) Nous avons commencé nos expériences avec l'acide vitriolique, vulgairement appelé dans le com-

---

Le pied de Suède ſe diviſe tout en décimales; il contient 10 pouces, chaque pouce 10 lignes, & chaque ligne ſe diviſe en 10 points; il contient 1000 parties ou points ſuédois qui diffèrent des points du pied-de-roi.

Le pied de Suède contient 10 pouces, 11 lignes, 6 points du pied-de-roi, & ces deux meſures ſont en rapport, comme 1,317 :: 1,440.

Le pied carré de Suède contient 122 $\frac{2}{3}$ pouces du pied-de-roi, & ſont en rapport comme 122 $\frac{2}{3}$ :: 144.

Le pied cube de Suède contient 1,346 $\frac{49}{120}$ pouces du pied-de-roi, & eſt en rapport avec ce dernier, comme 1,346 $\frac{49}{120}$ :: 1,728.

Mais, comme le pouce du pied de Suède eſt plus long que celui du pied-de-roi, qu'ils ſont en rapport entr'eux comme 120 :: 131 $\frac{6}{10}$, 100 pouces cubes de Suède équivalent 120 $\frac{1}{4}$ × $\frac{60}{14400}$:

On peut prendre par approximation le pouce cube dont M. Bergman a fait uſage dans ſes expériences, pour $\frac{6}{7}$ de celui de Paris.

Il eſt néceſſaire de donner auſſi le rapport du poids du Suède avec celui de Paris.

Comme M. Bergman s'eſt ſervi de loths pour peſer les liqueurs qu'il a employées, je ſuis fondé à croire que ce ſavant s'eſt ſervi de la livre appelée en ſuédois *victualie-vigt*, poids des comeſtibles, qui eſt la petite livre d'un uſage ordinaire.

Cette livre ſe diviſe en 32 loths; au lieu que la livre de pharmacie ſe diviſe en onces, terme dont l'auteur ne s'eſt ſervi nulle part.

La livre de vivres eſt compoſée de deux marcs, le marc de ſeize loths, chaque loth de deux quintins; le quintin ſe ſubdiviſe en fractions de ſon entier : la livre au total contient 8,848 grains ou *as* ſuédois.

Cette livre contient du poids de marc de Paris, 13 onces, 7 gros, 8 grains, au total 8,000 grains: ainſi le loth qui contient 276 $\frac{1}{2}$ grains de Suède, n'en contient que 250 de Paris, ce qui les met en rapport, ainſi que la livre :: 500 :: 553; enſorte que l'on peut prendre le quintal dont M. Bergman a fait uſage pour 90 $\frac{2}{3}$ grains de Paris, qui eſt la plus grande approximation qui ne diffère de la réalité que de $\frac{12}{1000}$.

merce, huile de vitriol, telle qu'on la vend : elle a été mêlée avec le quadruple de ſon poids d'eau diſtillée; ſon poids ſpécifique étoit 1,129.

La première colonne de la table ſuivante indique le nombre de pouces cubes de l'air tiré d'un quintal de fer, avec la diminution indiquée plus haut.

La ſeconde colonne marque le nombre des minutes qui ſe ſont écoulées, juſqu'au moment auquel il n'eſt plus paſſé d'air dans le récipient.

N°s. des Expér.	Variétés du Fer.	Pouces cubiques d'Air.	Min.
1re.	Fer crud ſurchargé de phlogiſtique, provenant du grand fourneau de Leufſtad, dans la province de Roſlagie, a donné.....	...43....	45.
2e.	Fer crud ſaturé d'une juſte doſe de phlogiſtique, provenant du même fourneau de Leufſtad, a donné.....	..39,5..	45.
3e.	Fer forgé ductile du même lieu de Leufſtad.....	....50...	15.
4e.	Fer ductile provenant de la même fonte, & fait dans un creuſet par l'expérience (94).....	....51...	25.
5e.	Fer crud d'Akerby.....	....38...	50.
6e.	Fer forgé d'Akerby, procédant du précédent.....	...48...	15.
7e.	Fer crud provenant du fourneau d'Ullfors.....	....41...	45.
8e.	Fer fogé fabriqué dans la même forge.....	....50...	15.
9e.	Le même avec une double doſe d'acide vitriolique.....	...50...	15.
10e.	Le même diſſous à la ſimple chaleur de digeſtion.....	....50...	
11e	Fer forgé d'Oſterby.....	...48...	15.

Nos. de Expér.	Variétés du Fer.	Pouces cubiques d'Air.	Min.
12e.	Acier cémenté, provenant du fer d'Osterby, trempé & recuit pour qu'il puisse se limer.....	---46...	10.
13e.	Le même Acier chauffé, battu sous le marteau en lames minces, trempé & pulvérisé.....	---46...	30.
14e.	Fer crud tiré du fourneau de Forsmark.....	---40...	55.
15e.	Fer forgé de Forsmark.....	---51...	15.
16e.	Acier corroyé, trempé & recuit, tiré du même fer.....	---48...	10.

Toutes les variétés de fer citées jusqu'au N°. 16, proviennent des mines qui sont fréquentes dans la province de Dannemora, & fabriquées à la méthode françoise: ces fers sont préférés à tous les autres de Suède, & sont connus sous le nom générique de fer d'Oregrund (*).

(*) Ce fer provenant des mines de Dannemora, s'exportoit autrefois par Oregrund; & quoique aujourd'hui cette ville n'en fasse plus le commerce depuis 1638, ces fers ont conservé l'épithète d'Oregrund (T).

(T) Je connois particulièrement la qualité de ces fers d'Oregrund, par l'usage qu'en fait la manufacture de Nerouville pour les convertir en acier. Les Anglois les accaparent par un Traité qui se renouvelle tous les cinq ans. Je préviens les savans qui voudroient répéter les expériences de M. Bergman avec ces mêmes fers, qu'ils sont marqués de caractères distinctifs: tels qu'une L enfermée dans un cercle; une L & un P ne formant qu'un seul caractère couronné; deux O O appelés les deux boulets, & le G enfermé dans un cercle. Ces fers se vendent actuellement à Stockolm, huit rixdales le chiffund qui pèse 275 liv. poids de marc de Paris; c'est 16 liv. 6 s. le quintal, non compris le fret & les droits.

Les fers timbrés d'autres caractères, sont d'une qualité inférieure.

Nos. des Expér.	Variétés du Fer.	Pouces cubiques d'Air.	Min.
17°.	Fer crud de Brattfors en Vermeland, a donné	41	20.
18°.	Fer forgé à l'Allemande, procédant des fontes de Brattfors.	51	10.
19°.	Fer natif de Sibérie	36	240.
20°.	Fer crud ſurchargé de phlogiſtique d'Hallefors en Sudermanie	48	15.
21°.	Même F. refondu dans un creuſet	43	45.
22°.	Acier cémenté d'Angleterre, refondu ſans avoir égard à la ductilité	45	12.
23°.	Acier cémenté par M. Quiſt	46	6.
24°.	Fer crud procedant des mines de Dingelvik, fréquentes dans la Dalie, leſquelles ſont chargées de manganaiſe	41	90.
25°.	Acier préparé avec le fer crud précédent	47	15.
26°.	Fer forgé caſſant à chaud, préparé dans la paroiſſe de Norberke	48	10.
27°.	Fer forgé caſſant à froid, préparé dans la paroiſſe de Grangen	51	8.
28°.	Fer crud du fourneau d'Huſaby dans le Smoland	48	30.
29°.	Fer forgé provenant du fer crud d'Huſaby	50	6.
30°.	Acier cémenté, procédant du fer précédent	44	25.
31°.	Fer forgé caſſant à froid, de Braas, dans le Smoland, du petit fourneau hongrois	52	25.

N°s. des Expér.	Variétés du Fer.	Pouces cubiques d'Air.	Min.
32°	Fer forgé caſſant à froid, de Braas, rendu malléable & ductile au moyen de la pierre calcaire (*).	48	20.
33°.	Fer forgé fondu de nouveau dans un creuſet avec de la chaux de fer, & qui ne s'eſt pas moins trouvé caſſant à froid (Expér. 100).	52	20.

(*) L'aſſeſſeur du collége métallique, noble J. A. Stockenſtrom (V), nous a communiqué une ſuite d'expériences très-importantes qu'il a faites l'été dernier à Braas dans le Smoland : les mines de marais de ce canton, traitées dans les grands fourneaux, ne produiſent que des fers caſſans à froid. M. Stockenſtrom, croyant qu'il étoit poſſible de pouvoir tirer de ces mines des fers ductiles par la ſimple fuſion, fit conſtruire un fourneau de 8 pieds de hauteur, ſemblable à ceux que les Hongrois nomment *Blau-ugn*. Ayant répété pluſieurs expériences, ce ſavant a rémarqué,

1°. Que ces mines traitées par la ſimple fuſion, ſans aucune addition, donnent un fer caſſant à froid; tel que celui rapporté dans l'expérience (31).

2°. Qu'ayant ajouté $\frac{1}{7}$ de pierre calcaire griſe mêlée d'un peu de quartz, il a obtenu un fer ductile, tel celui de l'expérience (32).

3°. Que les batitures qui tombent pendant le forgéage du fer & que l'on nomme *Hameſelack*, en ſuédois *Hammarſlagg* fondues ſans chaux, & réduites en fer, ont donné un fer caſſant à froid.

4°. Que dans tous les fondages faits avec ou ſans pierre calcaire, il y avoit une perte conſidérable ſur le poids, & qui étoit de $\frac{50}{100}$ au fondage, & de $\frac{28}{100}$ dans la réduction des batitures dont on a fait uſage, quoique le minerai ait perdu $\frac{30}{100}$ au grillage : il eſt évident que ces pertes relatives aux matériaux employés & au produit, méritent la plus ſérieuſe attention.

(V) M. Stockenſtrom cité par M. Bergman, eſt le même dont il eſt fait mention dans la Préface.

(C) Plusieurs de ces expériences ont été répétées avec l'acide du sel marin, dont la pesanteur spécifique étoit 1,155. Nous en ajouterons encore d'autres, sur-tout sur la fin de la récapitulation.

Nous avons employé un quintal de fer dans les expériences détaillées dans le tableau suivant comme dans le précédent, ce qui a lieu aussi pour le subséquent (Y).

5°. Qu'un quintal de mine qui donnoit 24 liv. de fer cassant à froid, ne donnoit que 18 liv. de fer ductile (X).

(X) On voit par les observations de M. Stockenstrom, combien il est avantageux d'employer la castine (pierre calcaire) dans la fusion des mines de fer ; qu'elle sert non-seulement de fondant aux mines, particulièrement à celles qui sont argileuses ou quartzeuses, mais même qu'elle est un correctif qui donne de la qualité à la fonte, & qu'elle augmente le produit du minerai par la parfaite fusion qu'elle procure ; mais il faut que cette castine soit employée en juste dose, de sorte qu'elle ne rende pas les laitiers pâteux & gluans, & qu'elle n'absorbe pas une portion de la chaleur du charbon employé.

Il est des mines d'alluvion qui sont combinées avec la matière calcaire, qui n'en ont pas besoin ; d'autres qui en contiennent beaucoup trop, que l'on est obligé de corriger par de l'argile.

Le bleu & le blanc sont des couleurs, dans les laitiers, qui annoncent une surabondance de matière calcaire.

(Y) L'on doit entendre par quintal 100 parties réelles d'un tout idéal & abstrait d'une matière quelconque : cette méthode docimastique de calculer, convient à tous les pays, & se fait entendre généralement.

Ici le quintal est de 100 grains suédois, dont chaque unité représente une livre fictive, & peut se rapporter à une livre réelle. Ces 100 grains n'en font que 90 $\frac{2}{3}$ poids de marc.

Dans la suite de cette traduction, je rapporterai toutes ces expériences réduites au poids de marc & au pouce cube du pied-de-roi.

Nos. des Expér.	Qualité des Fers.	Pouces cubiques d'Acier	Min.
34e.	Fonte ſurchargée de phlogiſtique de Leufſtad, a donné	43	40.
35e.	Fonte avec une juſte combinaiſon de phlogiſtique provenant du même fourneau.	39,5	30.
36e.	Fer forgé de Leufſtad	50	10.
37e.	Fonte d'Akerby	38	30.
38e.	Fer forgé d'Akerby	48	10.
39e.	Fonte d'Ullfors	41	25.
40e.	Fer forgé d'Ullfors	50	10.
41e.	Fer forgé d'Oſterby	48	10.
42e.	Acier trempé d'Oſterby	46	20.
43e.	Acier recuit d'Oſterby	46	5.
44e.	Fonte de Forſmarck	40	25.
45e.	Fer forgé de Forſmarck	51	10.
46e.	Acier de Forſmarck	48	5.
47e.	Fonte de Brattfors	41	10.
48e.	Fer battu de Brattfors	51	10.
49e.	Fer natif de Sibérie	49	70.
50e.	Fonte ſurchargée de phlogiſtique d'Hallefors, a donné	48	10.
51e.	Fonte id. refondu dans un creuſet	43	45.
52e.	Acier Anglois	45	5.
53e.	Acier préparé par M. Quiſt	46	4.
54e.	Acier procédant du fer d'Ingelvik	47	10.
55e.	Fer forgé de Norberk	48	10.
56e.	Fer forgé de Grangen	51	4.
57e.	Fonte d'Huſaby	48	45.
58e.	Fer battu d'Huſaby	50	4.
59e.	Acier procédant du fer d'Huſaby	44	20.
60e.	Fer forgé de Braas, caſſant à froid	52	4.
61e.	Fer forgé de Braas, ductile	48	8.
62e.	Fer forgé fondu & rendu ductile par la poudre de charbon, (expér. 107.)	45	45.
63e.	Fonte refondue avec du verre, (expér. 115.)	45	50.
64e.	Fonte refondue avec du plomb calciné, (expér. 110.)	43	120.

(D) Nous avons procédé aux mêmes expériences & de la même manière en employant l'acide nitreux dont la péſanteur ſpécifique étoit 1,230 (Y Y).

N°. des Expér.	Qualité des Fers.	Pouces cubiques d'Air.	Min.
65e.	Fonte ſurchargée de phlogiſtique du fourneau de Leufſtad, a produit d'air nitreux.....	....33....	
66e.	Fonte avec une juſte combinaiſon de phlogiſtique de Leufſtade.....	....29....	
67e.	Fer forgé de Leufſtad.....	....28....	
68e.	Fonte d'Ullfors.....	....30....	
69e.	Fer forgé d'Ullfors.....	....30....	
70e.	Fonte d'Akerby.....	....26....	
71e.	Fer forgé d'Akerby, en ayant mis un quintal dans le matras tiède, & enſuite ayant fait bouillir l'eau du bain marie.....	....29....	
72e.	Le même mis en limaille dans le matras un peu plus chaud....	....20....	
73e.	Le même en limaille miſe dans le matras expoſé à l'eau bouillante.....	....15....	
74e.	Fer forgé d'Oſterby, réduit en limaille mis dans le matras pendant qu'on le plongeoit dans l'eau bouillante.....	....18....	
75e.	Fer forgé d'Oſterby, réduit en limaille & mis dans le matras pendant qu'on le plongeoit dans l'eau tiède,	....24....	

(YY) M. Bergman n'a point déſigné dans le tableau ſuivant des diſſolutions dans l'acide nitreux, les durées en minutes, ce qui auroit pu jeter beaucoup de jour ſur ce genre d'expériences : probablement que les difficultés que préſente l'acide nitreux, ne lui ont pas permis de les porter à cette préciſion qui lui eſt ſi ordinaire.

N°s. des Exper.	Variétés du Fer.	Pouces cubiques d'Air.	Min.
76e.	Fonte ſurchargée de phlogiſtique d'Hallefors, miſe dans le matras, pendant qu'on le plongeoit dans l'eau tiède & enſuite pouſſée à l'ébullition	33	
77e.	La même pendant qu'on plongeoit le matras dans l'eau un peu plus chaude	30	
78e.	La même pendant que le matras étoit expoſé à l'eau bouillante.	28	
79e.	Fonte pauvre de phlogiſtique d'Hallefors, miſe dans le matras expoſée à l'eau tiède	34	
80e.	La même à l'eau un peu plus chaude.	32	
81e.	Fer forgé caſſant à chaud de Norrbeck, expoſé à l'eau chaude.	19	
82e.	Le même expoſé à l'eau bouillante.	14	
83e.	Fonte d'Huſaby produiſant des fers caſſans à froid	34	
84e.	Acier préparé avec le fer d'Huſaby, expoſé à l'eau tiède.	32	
85e.	Le même expoſé à l'eau un peu plus chaude	30	

(E) Eſſayons à préſent de déterminer par la voie de la précipitation, combien le fer dans ces différens états contient de phlogiſtique réducteur; nous avons détaillé ailleurs les difficultés que l'on éprouve en ſe ſervant de l'acide nitreux (*).

La quantité de phlogiſtique que nous avons tiré du fer par le moyen de l'acide vitriolique dans une ſeule expérience rapportée dans le même ouvrage, eſt trop peu conſidérable; il faut donc y ſuppléer ici, & voici la manière d'y procéder.

(*) *Diſſertatio de phlogiſti in metallis diverſa quantitate.*

J'ai fait diſſoudre de l'argent de coupelle dans l'eſprit de nitre juſqu'à parfaite ſaturation, je l'ai précipité avec du tartre vitriolé ; chaque quintal de ce précipité contenoit d'argent 66,7 liv. docimaſtiques, ce qui s'eſt démontré tant par la précipitation que par la réduction.

86^e. EXPÉR. L'on prend un quintal d'argent vitriolisé, on le diſſout dans environ ſix pouces cubes d'eau diſtillée ; l'on y jette quelques gouttes d'acide vitriolique, non pas pour déterminer la précipitation qui peut ſe faire ſans cet intermede, mais pour empêcher la poudre martiale de dépoſer : enſuite on plonge un petit morceau de fer d'Oſterby, peſant 130 liv. bien nettoyé ; le vaiſſeau reſte expoſé à une chaleur de digeſtion, juſqu'à ce que la liqueur ne puiſſe être troublée par un grain de ſel marin : lorſque la liqueur eſt à ce point, on retire le morceau de fer, l'on trouve alors qu'il a perdu 19,5 liv. environ : d'où il faut conclure qu'il faut 19,5 liv. de fer d'Oſterby pour précipiter 66,7 liv. d'argent (Z).

87^e. EXP. J'ai répété cette expérience avec un autre quintal d'argent vitriolisé ; mais au lieu de fer d'Oſterby, j'ai employé celui de Grangen, dont 17,9 liv. juſtes ont ſuffi pour opérer la précipitation de l'argent.

88^e. EXP. Un quintal d'argent vitriolisé a exigé 20 liv. d'acier d'Oſterby pour compléter ſa précipitation.

89^e. EXP. La même quantité d'argent vitriolisé a été précipitée par 19,2 liv. de fonte de fer d'Huſaby.

(Z) Pour l'intelligence du réſultat de cette expérience, il faut conſidérer le dernier chiffre ſéparé d'une virgule comme exprimant autant de parties de la valeur des deux précédens, c'eſt-à-dire que 19,5 expriment 19 liv. $\frac{5}{10}$ & que 100 livres d'argent vitriolisé contiennent 66 $\frac{7}{10}$ liv. d'argent, & le ſurplus d'acide qui a été abſorbé par 19 $\frac{5}{10}$ liv. de fer.

SECTION IV.

Corollaires déduits des Expériences précédentes.

SI l'on veut prendre la peine de comparer les expériences que nous venons de préſenter & d'en peſer les réſultats, l'on verra avec évidence.

(A) Que l'acide vitriolique & celui de ſel marin ont produit avec un poids égal de fer un volume d'air inflammable parfaitement égal, mais dans des eſpaces de temps très-inégaux; enſorte que le premier agit bien plus lentement, qu'il exige quelquefois plus du double de temps. Nous penſons d'abord que cette différence procède en partie de la diviſion inégale du corps à diſſoudre, & en partie du premier menſtrue qui eſt plus fluide. Cependant l'un & l'autre de ces acides produiſent la même quantité de phlogiſtique, quelle que ſoit la quantité du diſſolvant, pourvu qu'on l'employe en ſuffiſante quantité (exper. 8 & 9). Et c'eſt ſans doute pour cette raiſon que le principe inflammable confère d'abord ſon caractère pour la génération de cet air. Le fer natif de Sibérie, en cédant difficilement au diſſolvant, paroît ſe diſtinguer par un caractère particulier: il a fallu quatre heures de diſſolution favoriſée par une forte ébullition, pour en tirer 36 pouces cubes d'air. L'acide marin a agi d'abord avec plus d'activité; car dans les premières 30 minutes il en eſt ſorti 30 pouces cubes, & dans les 60 minutes ſuivantes, il n'en eſt ſorti que 19 pouces cubes.

Nous avons eu occaſion d'obſerver la même lenteur dans diverſes autres ſubſtances naturelles; peut-être qu'il exiſte dans différens morceaux de fer de Si-

bérie des variétés dans les diſpoſitions à cette expérience, variétés que perſonne paroît n'avoir encore obſervées.

L'on trouve dans la collection des Mémoires de l'Académie d'Upſal, une ſeule expérience par laquelle il eſt démontré que ce fer diſſous dans de l'eſprit de ſel exhala une odeur forte de foie de ſoufre ; mais dans le ſurplus de ces Mémoires l'on ne trouve nulle trace de ce dont il s'agit.

Il n'en eſt pas de même de l'eſprit nitreux : le ſuccès de ſon action eſt ſi dépendant des plus petites circonſtances, qu'il eſt très-difficile d'obtenir le même réſultat en opérant avec le même appareil & avec les mêmes quantités de matières.

Comme nous avons obtenu par l'acide vitriolique & par l'acide marin le même volume d'air (n°. 8), ſoit que leur diſſolution ait été favoriſée par une chaleur d'ébullition ou ſimplement de digeſtion, nous attendions d'abord le même réſultat de l'acide nitreux; mais au contraire nous avons eu lieu d'obſerver que le volume d'air produit, diminuoit non-ſeulement par l'effet de l'eau fortement échauffée, mais encore lorſque la diſſolution n'agiſſoit que ſur les ſurfaces (expér. 71. 85).; ce qui eſt d'autant plus ſurprenant, que c'eſt dans ces momens que l'effet a coutume d'être plus actif dans les diſſolutions avec les autres acides. Au ſurplus, il paroît évident par ce qui vient d'être cité, que l'acide nitreux eſt le moins propre à conduire au but auquel nous nous propoſons d'atteindre, & qu'il faut remettre à un autre moment à examiner la nature de ſes effets.

(B) Le phlogiſtique réducteur eſt-il en volume proportionnel avec l'air inflammable tiré ? Voilà le fondement de la première methode que nous avons préſentée pour les meſurer exactement.

Afin d'approfondir cette queſtion, nous avons

tenté la précipitation de pluſieurs eſpèces de fer, & nous y avons apperçu de l'accord; car 66 $\frac{7}{10}$ livres d'argent ont été réduites par 19,5 liv. de fer d'Oſterby, & ſeulement avec 17,9 liv. de fer de Grangen.

Si, d'après ces données, on veut par le calcul connoître combien un quintal de chacun de ces deux fers contient de phlogiſtique, en fixant à 100 le quintal d'argent, l'on trouvera 342 pour le fer d'Oſterby, & 373 pour celui de Grangen; or le premier produit 48 pouces cubes d'air, & le ſecond 51, il doit réſulter la formule ſuivante, 48 : 51 :: 342 : 373. Ce qui ſe trouve auſſi à très-peu près. Car en effet, le quatrième terme eſt 363 auquel il manque 10 parties, même une ſeulement, ſi la dernière raiſon s'exprime par des décimales (A).

Les deux expériences ſuivantes s'accordent de même : car dans un quintal de fonte d'Huſaby, il y a 347 parties (expér. 89), & dans l'acier d'Oſterby, il y en a 333 (expér. 88). Or le premier donne 48 pouces d'air inflammable, (expér. 28), & le ſecond 46 pouces, (expér. 12), donc 48 : 46 :: 347 : 333 doivent être égaux. Mais le dernier terme proportionnel eſt rigoureuſement 332,5 qui ne diffère pas d'une demi-partie intégrale, & il eſt difficile d'eſpérer par les diverſes manières de calculer, de trouver des rapports auſſi concordans.

Nous concluons de-là, qu'il y a dans un pouce cube d'air inflammable, à peu près autant de phlogiſtique qu'il y en a dans 2,17 d'acier d'Oſterby, 2,08 de fonte d'Huſaby, 2,08 de fer forgé d'Oſterby, & 1,96 de fer de Grangen.

(C) La fonte produite par la fuſion de la même

(A) Il s'eſt gliſſé une légère erreur dans le calcul du produit de fer du Grangen; qui ne doit être que 372 au lieu de 373, ce qui donne la formule ſuivante; 48 : 51 :: 342 : 372. Le dernier terme devroit donner 363,2.

mine, ne contient pas toujours la même quantité d'air inflammable, & elle en contient d'autant moins, que l'on aura moins employé de charbon pour ſa réduction. La première & la ſeconde table préſentent pluſieurs expériences qui conſtatent ce fait (B).

(D) Le terme le plus foible de ces proportions du principe inflammable contenu dans la bonne fonte, eſt 38, & le plus haut eſt 48. Il faut cependant avouer

---

(B) Quoique la propoſition de l'Auteur ſoit fondée, nous croyons devoir obſerver que ce n'eſt pas toujours la quantité proportionnelle du charbon employé dans la réduction des mines de fer, qui ſature plus ou moins de phlogiſtique la fonte qui en procède : c'eſt le concours de pluſieurs cauſes qui tendent à appliquer plus ou moins exactement le principe inflammable du charbon introduit dans le fourneau, aux molécules ferreuſes du minerai : car il y a bien des fondeurs qui uſant les mêmes mines & les mêmes charbons en proportions identiques, font des fontes griſes ou riches en phlogiſtique, tandis que d'autres en font de blanches ou pauvres.

Mais l'on peut dire que la fonte de fer eſt d'autant plus ſaturée de principe inflammable, que les molécules ferreuſes de la mine ont été en contact plus immédiat & plus continué avec le principe inflammable, à meſure qu'il ſe dégage du charbon. Le minerai du fer peut entrer en fuſion avec une foible doſe de principe inflammable ; mais la fonte qui en provient eſt blanche, fragile & d'une moindre peſanteur ſpécifique ; une plus forte doſe de phlogiſtique réducteur & qui atteint le point d'une juſte ſaturation, donne à la fonte de fer ſon degré de métallité, la ſolidité, un grain fin & gris, & un poids ſpécifique plus fort. Une plus forte doſe du principe réducteur, décompoſe la fonte en partie. Mais la fonte griſe tenue en bain long-temps, ſans être en contact avec le phlogiſtique, prend encore de la denſité & un poids ſpécifique plus fort.

Voici d'après les expériences de M. le Comte de Buffon, le poids ſpécifique du pied cube de ſes différentes fontes.

Fonte blanche épaiſſe..... 457.
Fonte blanche fluide..... 462.
Fonte griſe..... 485.
Fonte plus griſe tenue long-temps en bain..... 512.

Il y a près d'$\frac{1}{10}$ de différence de l'une à l'autre.

ingénument, que le dernier terme nous paroît très-variable. Nous n'avons pu nous procurer de fonte d'Hallefors, que des parcelles tirées de l'intérieur des canons fondus à Hallefors; & ces limailles ont été mêlées ſans doute de particules d'acier provenant du foret (D). C'eſt pourquoi il faut rejetter cette expérience comme étant incertaine, enſorte que 43 eſt le plus haut terme des ſept autres. La fonte qui produit du fer caſſant à froid, donne 48 pouces cubiques. Il ne nous a pas encore été poſſible de ſoumettre à nos expériences le fer provenant de la fonte d'Hallefors, qui n'a pas le défaut de donner du fer caſſant à froid.

(E) La variation dans les différens genres d'acier, marche entre 45 & 48, & celui qui a été préparé avec du fer caſſant à froid, deſcend à 44.

(F) La variation du fer doux va de 48 à 51. Nous n'avons pu faire qu'une épreuve du fer caſſant à chaud, lequel donne par le procédé décrit, 48 qui eſt le terme le plus bas du bon fer; mais nous avons eu trois variations du fer caſſant à froid qui a atteint le plus haut point du fer doux de 50 & 51, & même la troiſième le ſurpaſſe, puiſqu'il eſt monté juſqu'à 52, (dans l'expér. 31).

(G) Il réſulte de la réunion des trois faits que nous venons de rapprocher, que la fonte de fer

(D) L'on ne doit pas avoir plus de confiance dans les limailles faites par la lime, que dans celles faites par le forêt, puiſque les limes grainent par le frottement, & perdent *leur fleur* en terme d'ouvrier, lorſqu'elles ont une taille fine & élevée; & il eſt certain qu'il y a plus de parcelles d'acier dans la limaille de fer faite avec la lime, que dans celle faite avec le foret ce qui me fait conjecturer que le motif qui a fait rejeter le produit de cette expérience, n'eſt pas fondé ſuffiſamment: mais il n'étoit pas favorable au but de l'auteur; voilà le vrai motif.

contient

contient la moindre portion de phlogiſtique ; l'acier, la moyenne; & le fer forgé, la plus conſidérable.

Mais avant de donner cette concluſion comme certaine, il eſt néceſſaire de s'aſſurer s'il n'exiſte pas dans le fer modifié dans ces différens états, quelque matière étrangère plus ou moins abondante, qui lâche dans la diſſolution plus ou moins de parties inflammables. La ſuite nous apprendra ce que nous devons connoître à cet égard, (à la ſection VIII). Mais en attendant, il ſuffit d'avoir indiqué que toutes les fois où il eſt parlé de la quantité du phlogiſtique contenu dans le fer, on ne doit avoir égard qu'à celle qui eſt particulièrement propre à ſes molécules. Car la portion du principe inflammable qui eſt inhérente à la plombagine, ou à d'autres matières étrangères, peut n'être pas liée avec la baſe du fer, ſauf la nature du métal.

SECTION V.

De la Recherche de la quantité du phlogiſtique réducteur par la voie sèche.

NOUS avons fait un grand nombre d'expériences pour connoître s'il étoit poſſible, par la voie sèche, de découvrir la quantité de phlogiſtique ; mais nous n'avons pu encore imaginer une méthode certaine pour en déterminer la juſte meſure, ce qui nous oblige de la fixer par des à-peu-près en plus ou en moins.

Nous allons décrire nos expériences, & nous les diviſerons ſuivant la diverſité qui eſt réſultée de nos différentes opérations, en retranchant un grand nombre d'autres qui nous ont paru, ou peu concluantes, ou ne répandre aucune lumière.

Dans les expériences ſuivantes, l'on a procédé par la fuſion, afin de connoître d'abord ſi la fonte contient plus de phlogiſtique, que le fer.

90^e. EXP. 200 liv. de fonte ſurchargée de phlogiſtique provenant d'Hallefors avec 50 liv. d'hématite noire décrite par Cronſtedt, ont été expoſées dans un creuſet clos pendant 25 min. à un feu vif excité par un très-gros ſoufflet; il en eſt réſulté un régule peſant 201 ½ liv. couvert de ſcories noirâtres qui formoient le tiers ou le quart du total. Ce régule applati à coups de marteau, s'étendoit en lame circulaire de 6 lignes de diamètre, avant qu'elle ſe gerçât dans ſes bords.

Le nombre de minutes marquées dans l'expérience précédente, indique la durée du tems pendant lequel le creuſet a été expoſé au feu excité par le vent d'un ſoufflet; ce qui doit s'entendre pour toutes les opérations ſuivantes.

91^e. EXP. 200 liv. de la même fonte d'Hallefors avec 50 liv. de chaux martiale précipitée du vitriol & rougie enſuite dans un creuſet; cette chaux avoit acquis une couleur noirâtre, elle étoit attirable à l'aimant. Après une fuſion de 20 minutes, il en eſt réſulté un régule peſant 206 liv. couvert d'une moindre quantité de ſcories que dans l'expérience précédente.

Ce régule étoit ſi ductile, qu'il s'eſt laiſſé étendre en une lame de 9 lignes de diamètre, ſans que l'on remarquât à ſes bords la moindre gerçure.

92^e. EXP. 200 liv. de fonte de Leufſtad, douée d'une quantité ſuffiſante de phlogiſtique, 50 liv. d'hématite noire (de la 90^e. Exp.) expoſée dans un creuſet pendant 15 minutes, ont donné un régule peſant 168 liv. Mais l'on appercevoit une multitude infinie de très-petits globules adhérens aux ſurfaces du creuſet & de ſon couvercle; accident qui

provient ſans doute du renverſement du creuſet qui avoit éparpillé le mélange : le régule cédoit avec peine à la percuſſion du marteau, mais les globules réguliers, tant ceux qui étoient obſcurcis par un enduit de ſcories noires, que ceux qui en étoient dépouillés & brillans, étoient tous d'une admirable ductilité (C). Les ſcories étoient à demi tranſparentes, d'une couleur verdâtre, & tiquetées de taches rouges.

93^e. EXP. 200 liv. de la même fonte de Leufſtad, avec 50 liv. de chaux de mars préparée comme dans (l'Exp. 90^e), expoſée au feu dans un creuſet clos pendant 15 minutes, ont donné 222 liv. de régule, ayant la même ductilité que celui produit par (l'Exp. 91^e) : les ſcories étoient demi-tranſparentes & d'une couleur verdâtre.

Les quatre expériences précédentes ont été faites dans l'ordre qu'elles ſont décrites, & de façon qu'en

(C) Les globules qui étoient adhérens au creuſet & à ſon couvercle, & qui étoient plus ductiles que le régule, ne procédoient pas du renverſement accidentel du creuſet, mais d'une effervéſcence, d'une ébullition qui ſe manifeſte toujours lors de la combinaiſon de deux matières métalliques qui n'ont pas un rapport intime, & que l'on fond enſemble dans un creuſet quelconque, ce qui n'arrive pas lorſque les deux métaux ſe combinent par pénétration & par un rapport plus immédiat. J'ai eu lieu d'obſerver ſouvent ce phenomène, ſoit dans des opérations purement chimiques, ſoit dans les fourneaux de fonderie des forges où cet accident fait déflagrer la tuyère, bouillir le bain, ſoulève les laitiers & trouble l'opération.

Les globules plus ductiles que le régule, provenoient de la fonte ſeule de Leufſtad, purifiés par une refonte, & élancés contre les parois du creuſet, dans l'inſtant du commencement du mélange de l'hématite plus dure à fondre que la fonte de fer, & contenant des principes étrangers.

Cette ébulition & ces globules ne ſont point des ſignes de volatiliſation.

enlevant du feu un creuſet, l'on replacoit ſur le champ celui qui devoit lui ſuccéder : ce dont nous croyons devoir prévenir le lecteur, pour qu'il puiſſe juger d'une certaine manière de l'intenſité & de l'accroiſſement de la chaleur du foyer.

94^e. EXP. 200 liv. de fonte de Leufſtad avec 50 liv. de crocus martial extrait du fer battu par la calcination & inſenſible à l'aimant, après un feu de fuſion de 15 minutes, ont produit un régule peſant 210 liv. s'étendant ſur un diamètre de 9 lignes, ſans que ſes bords éprouvent aucunes gerçures. Une goutte d'acide vitriolique verſée ſur une de ſes ſurfaces, polie à la lime, a laiſſé après quelques minutes une tache blanche que la lotion n'a pas enlevée.

M. Rinman dans les actes de l'Académie de Stockholm, année 1774, nous apprend que l'acide nitreux imprime une couche noire à l'acier & blanchit le fer ; enſorte qu'une ſeule goutte d'acide nitreux ſuffit pour fournir un moyen ſûr & prompt de connoître les différentes variétés de l'état du fer (D).

95^e. EXP. 200 liv. de fonte de Leufſtad avec 50 liv. de ſafran de mars préparé à Dylte, après 20 minutes, ont donné 196 liv. de régule peu malléable, des ſcories verdâtres ayant un éclat métallique. Ce régule qui cédoit à la lime, a été obſcurci

(D) Il y a très-long-tems que je me ſers de l'acide nitreux pour obſerver la conſtitution de la pâte d'un acier ſur la ſurface duquel on apperçoit des veines ferreuſes. Si vous mettez une lame d'acier polie, tel un raſoir, un couteau ou autre pièce, dans l'acide nitreux affoibli du double de ſon poids d'eau, cet acide diſſout plus activement l'acier que le fer, enſorte qu'il ſe forme des ſillons, des cavités & des éminences. Le champ de l'acier s'approfondit, & le fer eſt ſaillant & blanc ; tandis que l'acier eſt d'une couleur griſe foncée. Il faut écurer la pièce après l'effet de la diſſolution & la bien caver, pour ſaiſir plus parfaitement les différences.

par l'effet de l'acide nitreux ; & ayant été ſoumis à la diſſolution bouillante dans l'acide vitriolique, il s'en eſt précipité une poudre noire qui n'a pas cédé au diſſolvant.

96^e. EXP. 400 liv. de ſafran de mars fait avec le fer de Dylte, placé dans un creuſet avec de la poudre de charbon & un peu de borax, après un feu de fuſion de 20 minutes, a donné une matière pyriteuſe peſant 68 liv. d'une couleur hépatique ; d'où il paroît conſtant que ce ſafran de mars contenoit du ſoufre : les ſcories étoient opaques, d'une couleur cendrée & verdâtre.

97^e. EXP. Afin d'avoir un point fixe d'une juſte comparaiſon, nous avons fondu du même fer de Leufſtad, ſeul, ſans aucun intermède. 200 liv. de fonte expoſée pendant 20 minutes dans un creuſet clos à un feu de fuſion, ont donné 196 de régule noir peu ductile, & dont la caſſure montroit de petites lames brillantes ; il ne cédoit à la lime qu'avec une ſorte de réſiſtance. L'acide nitreux a imprimé ſur ſa ſurface polie une tache obſcure : ayant été chauffé comme il convient, il eſt devenu très-ductile, & après la trempe il a montré un beau grain du meilleur acier : il n'y a eu aucunes ſcories.

Ce régule ſoumis à la diſſolution bouillante de l'acide vitriolique, a dépoſé une poudre noire (E).

98^e. EXP. 200 liv. de la même fonte expoſée au feu de fuſion pendant 20 minutes, dans un creuſet dont le couvercle n'étoit pas luté, ont produit un régule peſant 194 liv. abſolument ſemblable au précédent.

(E) Un mélange de trois parties de plomb & d'une de mercure, fondus enſemble & ſoumis à la diſſolution dans l'acide vitriolique aidée de la chaleur de l'eau bouillante, laiſſe précipiter de même une poudre d'un gris foncé rembruni.

Un petit morceau de ce régule ſoumis à la diſſolution bouillante de l'acide vitriolique, a dépoſé un peu de poudre noire.

99^e. EXP. 200 liv. de la même fonte expoſée à un feu de fuſion dans un creuſet découvert, du genre de ceux que l'on nomme tute, ont donné 198 liv. de régule qui étoit plus ductile que les deux précédens, mais paroiſſant à la fracture rembruni & comme fuligineux. Il cédoit à la lime; ſa ſurface étoit blanche, tiquetée d'une infinité de petits points bruns qui l'obſcurciſſoient. L'acide nitreux lui imprimoit une tache noire : après la diſſolution dans l'acide vitriolique, il laiſſoit en arrière une ſubſtance légère, ſpongieuſe, brune, de la même forme & du même volume que le morceau de régule employé (E E).

100^e. EXP. Voulant connoître ce que le ſafran de mars produiroit ſur le fer caſſant à froid, nous avons pris 200 liv. de celui de Braas, cité dans l'exp. 31, avec 50 liv. de chaux martiale (Exp. 91); les ayant expoſés au feu de fuſion pendant 15 minutes, il en eſt réſulté 180 liv. de régule exactement fondu, & montrant à ſa ſurface une criſtalliſation très-déliée.

Ce régule étoit peu ductile, blanc à la fracture; le centre de ſa maſſe étoit compoſé de grains angu-

(E E) Les trois expériences, 97, 98 & 99, démontrent toute la théorie de l'acier. Il ſuffit pour faire paſſer la fonte de fer à l'état d'acier plus ou moins parfait, de la pénétrer de la matière du feu principe, de la chaleur, en écartant toute communication avec le phlogiſtique en action; c'eſt-à-dire du charbon brûlant, & de l'air ſoit atmoſphérique libre, ſoit celui pouſſé par un ſouffler. Auſſi voit-on que la fonte refondue dans un creuſet clos, exp. 97, & dans un couvert, exp. 98, eſt paſſée à l'état aciéreux; tandis que celle qui a été fondue avec le contact du phlogiſtique, exp. 99, eſt paſſée en partie à l'état ductile, & l'autre partie s'eſt décomposée.

leux & de lames très-minces diſpoſées ſur les contours : ayant été rougi au feu, il a acquis de la ductilité ; la trempe lui a donné une dureté qui ne l'empêchoit pas de céder à l'action de la lime.

101^e. EXP. De 200 liv. du même fer avec 100 liv. de la même chaux martiale, il eſt réſulté un régule peſant 155 liv. qui étoit un peu ductile à froid, mais nullement lorſqu'il étoit chaud : il n'a point pris de dureté à la trempe.

102 EXP. 200 liv. de fer cru d'Huſaby, & 50 liv. de chaux du même fer de Braas, expoſés pendant 20 minutes dans un creuſet luté, ont produit un régule bien moulé, & en outre beaucoup de globules régulins attachés aux ſurfaces du creuſet & de ſon couvercle (F). Ce régule chaud ou froid ſe briſoit également ſous le marteau ; mais chauffé ſeulement de couleur de ceriſe, il a acquis un peu de ductilité ; les globules froids cédoient légèrement à la percuſſion du marteau : mais, quant à leurs autres propriétés, elles ont éprouvé les mêmes effets que ceux dont il eſt queſtion dans les deux expériences ſuivantes.

103^e. EXP. 200 liv. de la même fonte mêlée avec 50 liv. de fer de Norberk, ont donné un régule pe-

(F) Même obſervation que dans la note précédente (C), pag. 35, & pour les expériences ſuivantes. Mon obſervation eſt confirmée par l'expérience 104, pag. 40 dans laquelle M. Bergman ayant fondu un régule de fonte de fer d'Oſterby, avec de la chaux martiale provenant du même fer, il n'y a point eu de grenailles ; parce que ces deux ſubſtances étant congénères, ſe ſont pénétrées ſans diſſolution & ſans trouble.

Cependant il y a eu des grenailles dans l'expérience 102, dans la fuſion de la fonte d'Huſaby avec de la chaux du même fer ; mais ces globules étoient plus ductiles que le régule, ce qui prouve qu'elles étoient produites au moment auquel la chaux a commencé à s'unir à la fonte en bain.

ſant à peine 100 liv. avec des globules diſtribués comme dans l'expérience précédente. Ce régule étoit caſſant à froid ; mais rougi au feu, il acquéroit plus de ductilité que le précédent, ayant le caractère de l'acier. Les globules réunis ayant été fondus ſans aucun intermède, n'ont donné aucune apparence de volatiliſation, mais des ſignes frappans de fragilité.

104^e. EXP. 200 liv. de la même fonte avec 50 liv. de chaux de fer d'Oſterby, ont produit le même effet; non ſeulement le creuſet qui contenoit la matière étoit enduit d'une couleur rembrunie, mais même l'autre creuſet qui, comme dans les deux précédentes expériences, étoit poſé deſſus pour lui ſervir de couvercle. Ce régule fondu de nouveau avec une chaux martiale produite du même fer, eſt reſté entièrement au fond du creuſet *ſans donner de grenailles.*

105^e. EXP. 200 liv. de la même fonte ſans intermède, traitée de la même manière que les précédentes, ont produit 197 liv. de régule qui n'a donné aucun ſigne de volatiliſation.

Avant de paſſer plus loin, nous penſons qu'il eſt utile de rechercher comment le fer ductile obtenu par les précédentes expériences, peut acquérir une ſeconde fois la fragilité.

106^e. EXP. 201 $\frac{1}{2}$ liv. de fer de la 90^e. expérience forgé mince, avec 50 liv. de plombagine, expoſés enſemble au feu de fuſion pendant 20 minutes dans un creuſet luté, ont produit 190 liv. de régule d'une couleur cendreuſe, ayant des cavités rembrunies ; l'on obſervoit à ſa ſurface de petites ſtries verticillées. Ce régule étoit dur, briſant ſous le marteau, d'un blanc cendré à la fracture comme à la ſurface, & l'on obſervoit une criſtalliſation; il cédoit à la lime; une goutte d'acide vitriolique y imprimoit une tache brune, laiſſoit une petite quantité de poudre noire dans la diſſolution bouillante avec l'acide vitriolique, & la trempe lui donnoit un grain d'acier.

107^e. EXP. 206 liv. de régule applati de l'expérience 91, mêlé avec de la poudre de charbon, & traité au ſurplus comme le précédent, ont donné après 18 minutes de feu de fuſion un bouton globuleux peſant 204 liv. Sa ſurface étoit comme brûlée, éclatoit au premier coup de marteau, éprouvant les mêmes accidens que le précédent avec l'acide nitreux & le vitriolique : mais ayant été rougi au feu, il ſe laiſſoit forger facilement, prenoit à la trempe la dureté & le caractère de l'acier.

108^e. EXP. 221 liv. de régule applati de l'expérience 93, expoſées ſeules pendant 15 minutes dans un creuſet luté, ont réſiſté au feu de fuſion. Sa couleur eſt devenue obſcure, ſes ſurfaces ſe ſont hériſſées de petites puſtules (G). Mais au ſurplus, il étoit auſſi ductile qu'auparavant. L'acide nitreux l'a blanchi comme tout fer forgé, & s'eſt diſſous dans l'acide vitriolique ſans preſque aucun réſidu.

109^e. EXP. Un petit morceau du régule précédent peſant 72 liv., a réſiſté conſtamment à un feu de fuſion pouſſé avec violence pendant une demi-heure, & n'a pas perdu de ſa ductilité (H).

(G) Ces petites puſtules ont été occaſionnées par un peu d'air interpoſé dans l'étoffe du fer, ce qui arrive à la tôle, au fer noir & à celui que l'on cémente. Les ouvriers appellent *moines*, ces tubercules.

(H) Ces deux expériences de M. Bergman, confirment le principe inconteſtable que nous avons établi dans nos Mémoires de Phyſique ſur le fer, que le fer ductile eſt infuſible dans un creuſet clos & ſans intermède.

Lorſque le fer eſt expoſé au feu avec le contact des charbons ou avec des ſubſtances ſalines, telle le ſoufre, le plâtre, &c. alors il ſubit une fuſion qui le décompoſe ; il n'eſt plus qu'en ſcories vitrifiées. Cependant pluſieurs auteurs modernes, & qui méritent la célébrité dont ils jouiſſent, prétendent qu'ils fondent le fer; je dis qu'ils le décompoſent.

Actuellement cherchons le genre d'altération que les matières hétérogènes peuvent produire dans la fonte de fer. Commençons par en choisir un grand nombre dans le plomb calciné.

110^e. EXP. 200 liv. de fonte de Leuffstad, avec 142 liv. de chaux de plomb vitrifiée & pulvérisée depuis peu, crainte qu'elle ne soit imbue de quelques particules d'acide aérien, ont été exposées ensemble à un feu de fusion pendant 18 minutes dans un creuset clos. Ayant cassé le creuset, il s'est trouvé deux sortes de régule : un de plomb occupoit le fond, & celui de fer le couvroit. Mais ils étoient si bien séparés l'un de l'autre, que l'on pouvoit constater très-exactement leurs poids respectifs (H H). Il y avoit peu de scories d'une couleur noire. Le régule de fer se brisoit sous le marteau, montroit à sa fracture un tissu lamelleux d'une couleur cendrée, cédoit à la lime, recevant la tache brune par l'acide nitreux, déposant dans l'acide vitriolique une poudre noire qui résistoit à l'action de l'acide marin.

111^e. EXP. 200 liv. de la même fonte traitée de même avec 350 liv. de chaux de plomb nouvelle, a donné un résultat absolument semblable quant au caractère du régule qui en est résulté. Mais, afin de reconnoître si la fragilité du fer provenoit de quelques minicules de plomb qui se seroient incorporées, nous en avons fait dissoudre un petit morceau dans de l'acide marin. Cette dissolution n'a point été troublée par l'acide vitriolique. Le régule de plomb pesoit 262 liv. Le couvercle du creuset étoit enduit d'une portion de litharge sublimée.

(H H) L'auteur a omis de donner le poids respectif de ces deux régules, & celui du fer de l'expérience 111^e. Cette attention eût été nécessaire pour connoître à peu près la quantité de fer qu'il avoit fallu pour revivifier la chaux de plomb.

L'un & l'autre régules produits par les expériences 110 & 111, ſe briſoient ſous le marteau; quoiqu'ils aient été rougis auparavant, leur fracture, & la dureté qu'ils prenoient à la trempe, annonçoient un caractère d'acier (l).

Il eſt néceſſaire de s'aſſurer ſi la fonte de fer acquiert des perfections par le mélange de la manganaiſe calcinée, puiſqu'il eſt connu que ſa chaux ſaiſit avidement le phlogiſtique.

112^e. EXP. 200 liv. de fonte avec 50 liv. de manganaiſe noire, ſoumiſes pendant 20 minutes au feu de fuſion dans un creuſet clos, ont produit un régule caſſant, peſant 190 liv. couvert de ſcories rouſsâtres & ſpongieuſes. Ce régule doux à la lime, a été taché par l'impreſſion de l'acide nitreux, & a laiſſé une poudre noire intacte dans l'acide vitriolique.

113^e. EXP. 200 liv. de la même fonte, & 100 liv. de manganaiſe noire traitées de la même manière pendant 15 minutes, ont produit 185 liv. d'un régule bien moulé, couvert de ſcories tranſparentes, verdâtres & ſpongieuſes. Ce régule obéiſſoit légèrement au marteau, cédoit à la lime, montroit à ſa caſſure un grain un peu lamelleux de couleur cendrée, étoit taché en brun par l'acide nitreux: rougi au feu, il acquéroit une grande ductilité, & prenoit à la trempe le caractère d'acier.

(l) Tous les ouvriers conviennent que la vapeur du plomb rend le fer très-caſſant & l'empêche de ſouder. On peut même tirer des expériences 110 & 111 une induction qui confirme cette opinion, & M. Bergman l'annonce, (page 59). Quoique l'acide vitriolique n'ait pas troublé la diſſolution faite dans l'acide marin, l'on ne peut conclure que la fragilité de ces deux régules ne procède de l'effet du plomb qui peut fort bien n'y pas être en état de métal, mais dans une ſituation indiſſoluble, & en ſi petite quantité, qu'elle peut devenir inſenſible, ſur-tout dans un eſſai ſi peu volumineux.

114^e. EXP. 200 liv. de fonte de Braas, venant du fer caſſant à froid, 100 liv. de manganaiſe noire traitée de même pendant 15 minutes, ont donné 182 liv. de régule très-fragile & d'une contexture grainée; mais, comme le précédent, il a pris de la ductilité au recuit, & forgeoit également à chaud & à froid. La trempe ne l'a point durci.

Dans les expériences ſuivantes, nous ferons connoître les effets du verre ſur le fer.

115^e. EXP. 200 liv. de fonte de Leufſtad avec 100 liv. de verre-criſtal fondus enſemble pendant 15 minutes, ont produit 198 liv. de régule, dont la ſurface étoit couverte entièrement d'une criſtalliſation diſpoſée en rayons parallèles, croiſés par d'autres rayons parallèles, dont la plupart étoient diſpoſés à angle droit. Ce régule ſe briſoit au premier coup de marteau; il étoit intérieurement d'une couleur cendrée, & légèrement lamelleux; ſe laiſſoit entamer par la lime. L'acide nitreux le bruniſſoit, & celui de vitriol le diſſolvoit ſans preſque aucun réſidu; il reprenoit de la ductilité au recuit, & la trempe lui donnoit le caractère du meilleur acier anglois (II).

La partie des ſcories qui poſoient ſur le régule, étoient brunes & compactes, & celles du deſſus étoient jaunâtres & ſpongieuſes.

Comme l'on emploie ſouvent la pierre calcaire pour aider la fuſion en grand, nous allons tenter de connoître quel effet elle produit dans le creuſet.

(II) Dans les forges qui travaillent en acier naturel, on emploie du quartz pour clarifier la mazelle en fuſion, afin de précipiter l'acier, & lui donner de la qualité. Le quartz eſt un verre naturel, plus denſe que le verre ou criſtal artificiel. Ces deux ſubſtances ont beaucoup de rapport, & par leurs principes conſtitutifs, & par leurs effets. Il n'eſt donc pas étonnant que le verre fondu avec la fonte de fer ductile l'ait converti en bon acier.

116^e. EXP. 200 liv. de fonte de Leufſtad, avec 67 liv. de craie calcinée, expoſées enſemble pendant 25 minutes au feu de fuſion dans un creuſet luté, ont donné un régule peſant 191 liv. bien fondu, dur, fragile, intérieurement d'un gris blanc & lamelleux. Les ſcories étoient vitreuſes, d'une couleur verdâtre rembrunie. Ce régule recuit au couleur de ceriſe, devenoit un tant ſoit peu malléable; mais chauffé blanc, il éclatoit ſous le marteau, ayant au ſurplus le caractère de l'acier.

117^e. EXP. 200 liv. de la même fonte, avec 33 $\frac{1}{2}$ l. de craie calcinée, & autant de quartz en poudre, traités de même pendant 20 minutes, ont donné 192 l. de régule qui étoit un peu plus ductile que le précédent, mais d'une nature aciéreuſe, car il montroit les mêmes ſymptômes que le précédent n°. 115; ce que nous croyons inutile de répéter ici, & dans les expériences ſuivantes.

118^e. EXP. L'expérience 116^e. répétée dans un creuſet dont le couvercle n'étoit pas luté, a donné en 20 minutes 168 liv. d'un régule mal fondu, qui avoit cependant un peu de ductilité.

119^e. EXP. L'expérience 117^e. répétée de même dans un creuſet dont le couvercle n'étoit pas luté, a donné en 15 minutes une maſſe granuleuſe & mal fondue, laquelle a été inutilement ſoumiſe une ſeconde fois au feu pendant une demi-heure. L'on ſéparoit facilement à coups de marteau les grains les uns des autres, & chacun d'eux étoit ſingulièrement ductile (L).

(L) Le réſultat de ces deux eſſais ſeroit totalement contraire à l'expérience qui ne peut ſouffrir de contradiction, ſi une circonſtance ne donnoit pas lieu à le déterminer.

Il eſt de principe que la matière calcaire adoucit la fonte de fer; qu'elle adoucit auſſi le fer forgé; qu'elle empêche la con-

Nous obſervons que dans les deux dernières expériences, la chaleur du feu a été un peu moins intenſe que dans les précédentes. Car, afin qu'il n'entrât dans le creuſet aucune molécule charbonneuſe qui auroit pu donner lieu à des erreurs, le creuſet contenant la matière, étoit recouvert d'un autre creuſet renverſé, & n'étoit point couvert de charbon comme dans les expériences pour leſquelles on a fait uſage de creuſet dont le couvercle étoit luté ; enſorte que la quantité de charbon dans le foyer étant moindre que dans les autres expériences, il en réſultoit une moindre chaleur.

---

verſion du fer forgé en acier ; qu'elle diminue la vivacité d'un acier ſuperſaturé, même qu'elle le ramene à l'état de fer.

Cependant les régules qui ſont provenus de la fonte de Leufſtad qui eſt douce, & donne un fer ductile à chaud & à froid, ſe ſont trouvés aigris & avoir acquis une qualité aciéreuſe par le mélange de la terre calcaire dans des creuſets clos & lutés, parce qu'alors la pierre calcaire calcinée n'a pu exhaler l'*acidum pingue* de Meyer, *materia caloris* qu'elle contient, qui entre en combinaiſon avec le régule. Ceci eſt confirmé par le réſultat des expériences 120 & 121.

Au ſurplus, nous devons obſerver ici que la terre calcaire produit deux effets différens ſur le fer, ſuivant l'état de celle que l'on emploie.

La pierre calcaire crue rend le fer caſſant à chaud, & lorſqu'elle ſe réduit en chaux, e le l'adoucit. En voici la preuve. Quand dans les forges on veut donner de la ductilité aux fers caſſans à froid, on jette de la caſtine qui eſt une pierre calcaire, dans les affineries. Alors la première pièce que l'on fait, donne ordinairement un fer caſſant à chaud, qui forge très-difficilement ; mais les pièces ſubſéquentes ſe forgent bien, & le fer en eſt ductile ; c'eſt pourquoi je conſeille d'employer du lait de chaux pour mouiller le feu, au lieu d'employer la caſtine crue. Celle que l'on emploie dans la fuſion du minerai eſt décompoſée avant de parvenir à la tuyère. Alors, comme elle eſt très-avide de la matière de la chaleur, elle ſaiſit celle dont la ſurabondance aigrit le fer.

120^e. EXP. 200 liv. de fer forgé de Braas, caſſant à froid, mêlé avec 25 liv. de craie calcinée, expoſées au feu de fuſion dans un creuſet clos pendant 15 minutes, ont produit 191 ½ liv. de régule dur, d'une contexture granuleuſe, des ſcories compactes & noires. Ce régule rougi a acquis de la ductilité, mais point de dureté à la trempe.

121^e. EXP. 200 liv. du même fer, avec 50 liv. de craie calcinée, traitée de même, ont donné des ſcories noires, & 192 liv. de régule peu ductile, qui étant rougi, le devenoit un peu plus.

122^e EXP. De 200 liv. du même fer, avec 100 l. de craie calcinée, traités de même, il eſt réſulté 191 liv. de régule avec des ſcories brillantes & vertes. Ce régule étoit un peu ductile, ſes parties intérieures étoient lamelleuſes & diſpoſées verticalement; rougi au feu, il prenoit de la ductilité; mais il a conſervé après la trempe ſon premier caractère, ſans acquérir plus de dureté.

123^e. EXP. De 200 liv. du même fer, avec 25 l. de pierre calcaire crue, traités dans un creuſet ſans être luté, avec ſon couvercle pendant 15 minutes, il eſt réſulté 164 liv. de régule un peu plus ductile que les précédens. Ayant été rougi au feu, il a montré un peu de fragilité; les ſcories ont été noires.

Nous avons auſſi voulu connoître l'effet du ſoufre ſur le fer caſſant à froid.

124^e. EXP. Nous avons mis 200 liv. de fer dans un creuſet. Lorſqu'il a été bien rouge, nous y avons ajouté du ſoufre à pluſieurs repriſes, & la maſſe a été miſe en fuſion. Le fer ſulfureux qui en eſt réſulté, étoit d'un brun noirâtre; ayant été calciné & enſuite mêlé avec de la poudre de charbon, en peu de temps il a été réduit en état de métal. Ce régule étoit caſſant, ayant intérieurement l'œil de la fonte, cédoit avec peine à la lime, noirciſſoit par l'effet de

l'acide nitreux ; étant chauffé rouge, il reprenoit un peu de ductilité, durciſſoit à la trempe, & avoit la caſſure de l'acier.

Nous avons fait l'expérience ſuivante, afin de connoître s'il eſt poſſible de corriger un fer caſſant à froid, avec un fer caſſant à chaud.

125^e. EXP. Un quintal de fer de Norrberk, avec autant de fer de Braas mis enſemble avec de la poudre de charbon dans un creuſet, ont été fondus en 15 minutes. Il en eſt réſulté 208 liv. de régule de couleur griſe, hériſſé de rugoſités brillantes, indépendamment de pluſieurs globules qui étoient agglutinées ; quoique ces globules aient été en contact avec les charbons, elles cédoient au marteau ; mais le régule principal rompoit au premier coup. Dans ſa fracture la partie ſupérieure étoit plus obſcure & rembrunie que l'inférieure ; il ſe limoit facilement ; l'acide nitreux le noirciſſoit : chauffé au feu, il n'a forgé ni rouge ni blanc, ainſi que fait la fonte (LL).

126^e. EXP. Un quintal de chaux martiale préparée avec du fer caſſant à froid, mêlée avec de la poudre de charbon, ſans autre intermède, pouſſée au feu

(LL) M. Bergman n'annonce point dans cette expérience 125, ſi c'eſt de la fonte de Norrberk & de Braas, ou du fer battu dont il s'eſt ſervi ; & il y a apparence que c'eſt de la fonte, puiſqu'il y a eu fuſion, car le fer ne fond point avec de la poudre de charbon dont il a fait uſage ; & comme le régule qui en eſt provenu ne forgeoit ni rouge ni blanc, il y a grande apparence que le principe qui rend les fers caſſans à chaud, paſſe facilement dans ceux qui ſont caſſans à froid, & leur communique le même vice. Il paroît par l'excédent du poids des deux quintaux de fer employés, qui ont donné 208 liv. de régule, que le charbon mis comme intermède, eſt entré en combinaiſon avec la partie du régule principal ; tandis que les globules produites par l'effervescence de la diſſolution, ſe ſont chargées d'une portion de phlogiſtique qui leur a procuré un peu de ductilité.

dans

un creuſet, a produit 60 liv. de régule caſſant, cédant à la lime, l'intérieur étoit brun & traverſé de linéamens métalliques brillans & maillés; l'acide nitreux a rembruni ſes ſurfaces polies à la lime : au ſurplus il paroiſſoit tenir de la nature de la fonte, car, après avoir été rougi, il n'a pu ſe forger, ni prendre une dureté rémarquable (A).

127^e. EXP. Afin de connoître plus exactement l'effet du ſoufre ſur le fer caſſant à froid, j'ai mis 83 liv. de régule produit par l'expérience 124, avec 21 liv. de chaux de fer doux, dans un creuſet expoſé pendant 15 minutes au feu de fuſion. Le régule qui en eſt réſulté peſoit 53 liv., il étoit cellulaire, blanc, exceſſivement fragile, paroiſſant criſtalliſé dans ſa fracture, cédant facilement à la lime; l'acide nitreux le bruniſſoit; chauffé rouge il étoit plus ductile que dans la 124^e. expérience; prenoit à la trempe de la dureté & le caractère de l'acier. Les globules qui étoient épars étoient ductiles, & les ſcories d'une couleur jaune rembrunie.

Nous allons voir ce que la chaux d'un fer vicieux produit ſur du fer de bonne qualité.

128^e. EXP. 200 liv. de fonte de Leufſtad, avec 50 liv. de chaux de fer de Braas, caſſant à froid, traitées à l'ordinaire, ont produit 204 liv. de régule

---

(A). Il eſt aiſé de voir dans cette expérience 126, qu'indépendemment de la matière de la chaleur, l'acide reſté combiné avec la chaux de fer, a rendu intraitable à chaud les fers caſſans à froid. Cette propriété que l'acide qui ſe combine avec le phlogiſtique des charbons, a de rendre les fers caſſans, s'eſt encore démontrée dans le réſultat de l'expérience 127.

Mais dans la pratique des forges, cet effet eſt encore bien plus ſenſible: lorſque les charbons, ſoit de bois, ſoit de houille, ſont mélangés de parties pyriteuſes, le fer que l'on fabrique avec ces charbons eſt exceſſivement caſſant à chaud, & ſouvent à froid.

qui étoit peu ductile à froid, mais à chaud ſe forgeoit ſupérieurement ; il avoit tout le caractère de l'acier.

129^e. EXP. 200 liv. de la même fonte avec 50 liv. de chaux de fer caſſant à chaud, ont produit 208 liv. de régule. Ce régule a été diviſé en deux parties ; l'une forgée à froid s'eſt réduite avec la plus grande facilité en une lame très-mince ; l'autre partie rougie au feu a été ſoumiſe au marteau, mais elle a éprouvé pluſieurs gerçures avant d'avoir acquis l'étendue de la lame battue à froid. Il ne faut donc que quelques livres de mauvais fer, pour déteriorer 200 l. de bon.

(B) Nous avons tenté pluſieurs expériences par la voie de la cémentation dans laquelle nous avons employé différentes matières, telles que la plombagine, la terre calcaire calcinée au point ſeulement d'être encore ſuſceptible d'une légère effervescence avec les acides ; enfin la chaux noire de manganaiſe.

Nous avons choiſi dans les principales variétés du fer, des morceaux que nous avons introduits dans de petites bouteilles avec les diverſes poudres de cémentation. Ces bouteilles ont été placées dans des creuſets remplis de craie en poudre, & enfin ces creuſets ont été expoſés à la chaleur d'un four de potier ; le feu a duré 15 heures : dans les ſix dernières, tout ce que contenoit le fourneau étoit blanc de chaleur : lorſque les bouteilles ont été retirées & refroidies, nous avons procédé à l'examen de ce qu'elles contenoient, dont ſuit le détail (M).

130^e. EXP. La fonte de Leufſtad cémentée avec la plombagine, n'a augmenté ni diminué de poids. Le morceau s'étant égaré après en avoir reconnu le poids,

(M) Les bouteilles employées aux opérations de la cémentation, ont dû être converties en porcelaine vitreuſe, au moins à l'extérieur qui étoit en contact avec la craie.

il ne nous a pas été poſſible d'en faire un examen ultérieur plus étendu.

131^e. EXP. Un morceau de la même fonte cémentée avec la terre calcaire, a acquis au-de là du centième du poids qu'il avoit avant. Elle étoit couverte d'une croûte calcinée, laquelle pouvoit ſe détacher en écailles attirables à l'aimant. Le noyau étoit un peu ductile, & prenoit de la dureté à la trempe.

132^e. EXP. La même fonte cémentée avec la chaux noire de manganaiſe, a augmenté d'un demi-centième de ſon poids. Elle étoit enveloppée comme la précédente d'une écorce calcinée & attirable; le noyau étoit de la fonte pure, ni ductile, ni dure à la trempe.

133^e. EXP. Le fer forgé de Leufſtad, cémenté avec la plombagine, a conſervé ſon poids juſte. Il avoit à l'extérieur l'œil de la plombagine; mais il étoit ductile, très-limable, blanchiſſoit avec l'acide nitreux. La petite écorce qui l'enveloppoit, & dont à peine on pouvoit appercevoir l'épaiſſeur, reſſembloit à la plombagine, mais elle étoit ſenſible à l'aimant. Le noyau avoit le caractère du fer forgé.

134^e. EXP. Le même fer forgé, cémenté avec la terre calcaire, a augmenté d'un centième de ſon poids. Il étoit entouré d'une croûte attirable à l'aimant. Le noyau caſſé a montré dans le contour, la contexture du fer forgé, & le centre, celle de l'acier.

135^e. EXP. Le même fer forgé, cémenté avec la chaux noire de manganaiſe, a augmenté à-peu-près de la centième partie de ſon poids.

Le marteau en a détaché une croûte fragile & attirable à l'aimant; laquelle limée avec beaucoup de ménagement avoit l'éclat métallique, mais d'une couleur rembrunie. Le noyau ſe limoit, blanchiſſoit à l'eau forte, & étoit véritablement du bon fer ductile.

136^e. EXP. L'acier d'Oſterby, cémenté avec la

plombagine, a conſervé ſon poids. Il étoit couvert d'une corticule ſemblable à de la plombagine, mais attirable à l'aimant. Le noyau avoit conſervé toutes les propriétés de l'acier.

137^e. EXP. Le même acier cémenté avec la terre calcaire, avoit acquis un accroiſſement du centième de ſon poids. La croûte extérieure avoit pris une couleur rouge, le noyau n'avoit perdu aucun caractère de l'acier.

Un morceau d'acier placé avec de la manganaiſe, s'eſt perdu par accident dans le four.

138^e. EXP. Du fer battu de Norrberk caſſant à chaud, cémenté avec la plombagine, a augmenté près de la moitié du centième de ſon poids; ſon écorce extérieure étoit ſemblable à celle de l'expérience 133. Le noyau étoit devenu très-ductile, tant à chaud qu'à froid; mais il étoit converti en acier.

139^e. EXP. Le même fer cémenté avec la terre calcaire, a acquis un centième de ſon poids. La croûte extérieure étoit ſemblable à celle du N°. 134. Le noyau étoit très-ductile, tant à chaud qu'à froid.

140^e. EXP. Le même avec la chaux noire de manganaiſe, a acquis au-de là du centième de ſon poids; la partie extérieure étoit calcinée & attirable à l'aimant. Le noyau étoit ſinguliérement ductile à froid & à chaud.

141^e. EXP. Le fer forgé de Grangen caſſant à froid, cémenté avec la plombagine, a augmenté au plus du quart du centième de ſon poids. Sa croûte étoit attirable & avoit l'extérieur de la plombagine; le caractère du fer n'avoit pas changé, il étoit reſté ductile à chaud & caſſant à froid.

142^e. EXP. Le même dans la terre calcaire, à peine avoit acquis quelque choſe au-de là de ſon poids, & le caractère du fer étoit reſté le même.

143^e. EXP. Le même traité avec la chaux noire

de manganaiſe, n'avoit gagné que la moitié du centième de ſon poids, & le caractère du fer étoit reſté le même.

SECTION VI.

Corollaires déduits des Expériences précédentes par la voie sèche.

L'ON peut tirer des expériences rapportées dans la ſection précédente, un grand nombre de conſéquences qui ſemblent ſe préſenter naturellement, & nous en tirerons pluſieurs autres de celles qui ſeront rapportées dans la ſuite.

(A) La fonte de bonne qualité, c'eſt-à-dire celle qui eſt douée d'une portion ſuffiſante de phlogiſtique, ſe change en acier par la ſeule fuſion, ſoit dans un creuſet couvert N°. 97, ſoit dans un creuſet ouvert N°. 98. La même mutation arrive avec la terre calcaire, expériences 116 & 117, ou avec la chaux noire de manganaiſe, N°. 113, enfin avec le verre criſtallin, N°. 115.

L'addition de plomb calciné produit du fer qui eſt preſque dans un état mitoyen entre la fonte & l'acier, expériences 64, 110 & 111. Sa fragilité remarquable doit s'attribuer au plomb, quoique nous n'ayons pu encore en appercevoir aucun vertige. L'expérience journalière a démontré aux ferroniers, qu'une parcelle de plomb dans leur forge, rend caſſant le fer qu'ils y chauffent.

L'acier qui eſt réſulté de nos expériences, n'a pas été d'une égale perfection dans tous les cas; mais celui qui a été fait avec la ſubſtance vitreuſe, a remporté la palme par ſa fragilité, l'égalité de ſon grain,

l'abondance de ſon phlogiſtique ; enſorte qu'il eſt preſque égal à l'acier Anglois que l'on appelle vulgairement acier fondu.

La fonte de bonne qualité, fondue louablement avec de la chaux de fer de bonne qualité, paſſe à l'état de fer forgé, N°. 90 & 64. Mais avec de la chaux martiale provenant d'un fer caſſant à chaud, elle contracte ce défaut, N°. 129 : & ſi on la traite avec la chaux martiale d'un fer caſſant à froid, il en réſulte un bon acier, N°. 128.

La fonte d'Huſaby, qui produit du fer caſſant à froid, a préſenté pluſieurs phénomènes ſinguliers de volatiliſation (M). Mais il n'a point été corrigé par la chaux de fer caſſant à froid, N°. 102 avec la chaux du fer caſſant à chaud. Elle a acquis le caractère de l'acier N°. 103. La même fonte traitée avec la chaux de fer doux a donné un régule qui prenoit de la dureté à la trempe, mais qui étoit exceſſivement fragile, N°. 104.

La fonte de fer n'éprouve preſque aucun changement lorſqu'elle eſt cémentée avec la plombagine, N°. 130, ou avec la chaux noire de manganaiſe, N°. 132. Mais la terre calcaire la fait approcher de la qualité du fer forgé, N°. 131. (N).

(B) Le fer forgé ductile, cémenté avec la poudre de charbon, N°. 107, ou fondu avec la plombagine, N°. 104, acquiert la propriété de l'acier.

Le caractère du fer forgé caſſant à froid, change très-peu. Fondu avec la chaux martiale, & enſuite

(M) Même obſervation que dans la note (C), page 35.

(N) La terre calcaire a adouci la fonte & l'a rapprochée de l'état du fer ductile. Ceci confirme ce que nous avons fait obſerver dans la note (L) page 45, & ſemble contredire le réſultat des expériences 116 & 117. Mais nous avons donné les raiſons de cette diſparité.

chauffé cerise, il étoit très-ductile, & même un peu après avoir été refroidi, N°. 100; mais fondu avec une plus forte dose de chaux martiale, il a paru acquérir le défaut de casser à chaud, N°. 101. La chaux noire de manganaise l'a un peu amélioré, N°. 114. Mais la terre calcaire lui a conservé la qualité primitive de cassant à froid, N^os. 120 & 123. Cette même espèce de fer cassant à froid, combiné avec le soufre, ensuite calciné & réduit, fondu de nouveau avec la chaux de fer doux, a pris la nature de l'acier, N°. 127.

Il n'est rien résulté de la cémentation faite des fers cassans à froid, avec la plombagine, N°. 141., la chaux noire de manganaise, N°. 143, & la pierre à chaux, N°. 142.

(D) Le fer cassant à chaud n'a point été amélioré par le fer cassant à froid, ni ce dernier par le premier.

La cémentation avec la plombagine N°. 138, avec la terre calcaire N°. 139, & avec la chaux noire de maganaise, N°. 140, a paru enlever le défaut du fer cassant à chaud; mais ce qui est digne d'être remarqué, c'est que la chaux de ce fer communique sa fragilité au fer doux & le rend cassant, étant chauffé rouge, N°. 129.

(E) L'acier n'a point changé de nature dans la cémentation avec la plombagine, N°. 136, ni avec la terre calcaire, N°. 137 (O).

(F) Tâchons actuellement de découvrir, autant qu'il sera en notre pouvoir, les causes de ces phénomènes. Nous observons d'abord que l'abondance du phlogistique décroît ou augmente suivant les circonf-

(O) Si l'acier avoit été cémenté plus long-temps avec la terre calcaire, il seroit redevenu fer ductile. J'en ai fait l'expérience en grand. Je n'ai jamais éprouvé la plombagine pour produire cet effet.

tances, & toujours en raiſon des différentes mutations qu'éprouve le fer, & cette variété ne paſſe pas les limites déja obſervées ; enſorte que la fonte de fer qui donne par quintal 39 ½ pouces cubes d'air inflammable, N°. 2, enſuite rendu ductile par le moyen de la chaux martiale, en donne encore 51 pouces, N°. 4 : mais fondu encore de nouveau avec la poudre de charbon, elle prend la nature d'acier, & fournit alors 45 pouces cubes d'air, N°. 62 ; de même la fonte refondue avec de la chaux de plomb, donne 43 pouces d'air inflammable, N°. 64, & avec le verre 45 pouces, N°. 63.

Pour ce qui concerne la matière de la chaleur élémentaire inhérente (P), ſa quantité varie ſuivant les divers états du fer, (ſection VII), (C). Enſorte que le fer ſuivant les circonſtances dans quelques opérations perd quelque portion de ſa chaleur, & ſouvent plus qu'il n'en communique.

Au ſurplus, ce qui ſera rapporté à la Section IX, nous fera connoître les principes conſtitutifs du fer dans quelque état qu'il ſoit, & la diſproportion qui regne entre eux. Au reſte, le fer ductile ne contient preſque aucune portion de plombagine ; mais il réunit une bien plus grande quantité, tant de la matière de la chaleur élémentaire, que du principe inflammable.

L'acier doué d'une moindre doſe de ces deux derniers élémens, l'eſt de beaucoup plus de plombagine. La fonte de fer ſurchargée de plombagine, poſſéde une bien moindre doſe de phlogiſtique & de la matière de la chaleur.

Pour pouvoir amener la fonte de fer à l'état de

(P) Cette chaleur inhérente eſt ce que l'auteur appelle phlogiſtique coagulant, & que j'appelle feu fixe combiné avec la terre élémentaire du métal.

fer ductile, il eſt néceſſaire de lui enlever la plombagine, ou de décompoſer celle qu'elle contient, & en même temps de lui fournir une plus forte doſe des principes ſubtils (Q).

Cette opération s'exécute dans les foyers des forges par un feu très-intenſe & animé par un vent puiſſant. Ces deux agents déſuniſſent les principes de

(Q) Nous ne pouvons nous diſpenſer d'obſerver ici qu'il ne ſuffit pas, pour affiner la fonte de fer, & l'amener à l'état de métal ductile, de lui enlever la plombagine que M. Bergman prétend qu'elle contient excluſivement à toute autre ſubſtance métallique, & lui fournir une plus forte doſe de principes ſubtils, c'eſt-à-dire, du principe coagulant & du réducteur. La fonte de fer contient d'autres ſubſtances que le travail en grand démontre, & qui échappent aux eſſais à petite doſe.

Si l'on examine une affinerie de forge avec des vues d'analyſe, on apperçoit au deſſus de la tuyère des groupes d'une matière de diverſes couleurs, griſe, jaune, rouge, brune & noire. Si on analyſe cette ſubſtance, on trouve qu'elle fait de la gêlée avec l'acide vitriolique, & du laiton avec le cuivre de roſette; donc elle contient du zinc qui ne peut provenir que de la fonte ſoumiſe à l'affinage. Lorſque cette opération n'eſt pas exécutée avec aſſez d'art, tout le zinc ne ſe détruit pas, il en paſſe une partie combinée avec l'élément du fer dans les barres, & on l'y retrouve en analyſant ce fer avec le vitriol martial.

Si le zinc eſt compoſé des parties élémentaires de la plombagine, ce dont je ne ſuis pas convaincu, l'énoncé de l'auteur ſeroit plus fondé.

Pour réduire la fonte de fer par l'affinage à l'état de fer, il ſuffit de rapprocher les parties élémentaires, & de les mettre en contact immédiat, & pour ce, d'écarter & de détruire tout ce qui s'oppoſe à ce rapprochement, & la ſaturer du principe métalliſant quel qu'il ſoit, mais qui procède du feu mis en action.

Outre les ſubſtances métalliques étrangères que la fonte de fer contient, elle eſt chargé du principe aciérant. Car la fonte eſt un acier hétérogène, elle en a la propriété de durcir à la trempe, la fragilité, & ſouvent le grain.

la plombagine qui ſont l'acide aérien, & le phlogiſtique dont elle eſt compoſée (ſection VIII, D). (R). L'acide aérien s'envole, & le phlogiſtique, ſi je ne me trompe, s'accroche aux molécules du fer. On peut faire cette objection. Pourquoi la fonte environnée d'une immenſe quantité de charbon, ne reçoit-elle de phlogiſtique que la doſe qui lui eſt ſuffiſante pour lui donner la ductilité ? Nous répondrons.

La plombagine eſt une eſpèce de ſoufre compoſé d'acide ſaturé de phlogiſtique; or, pour que les métaux puiſſent s'unir avec du ſoufre commun, il faut néceſſairement qu'ils lâchent une portion de leur phlogiſtique; il ne ſe peut faire de liaiſon nulle part autrement. N'eſt-il donc pas permis de conjecturer qu'il en eſt de même de la plombagine? & certainement l'expérience le démontre: car nous ne trouvons aucune fonte ſans plombagine, aucune dont les molécules ferreuſes ſoient douées par elles-mêmes de cette abondance de phlogiſtique qui leur eſt néceſſaire pour parvenir à l'état de fer ductile qui en procède (S), quantité qui varie ſuivant l'état où ſe

(R) La lettre (D) indique le paragraphe VIII du texte de l'auteur, coté de cette lettre.

(S) Si l'on tient long-temps de la fonte de fer expoſée à une chaleur qui ſoit ſeulement capable de la faire rougir, ſans communication immédiate avec le feu en action; ou ſi on la cémente avec de la chaux étiente, elle ſe convertit en fer ductile en la chauffant ſeulement; conſéquemment les molécules de fer de la fonte ſont donc douées d'une quantité ſuffiſante de phlogiſtique pour devenir ductiles. Les différences qu'elle préſente dans les diſſolutions ne doivent être imputées qu'aux matières étrangères qu'elle contient.

Rien ne nous démontre dans les travaux en grand, des indications que la plombagine ſoit la ſeule ſubſtance unie à la fonte de fer en ſi grande abondance, pour croire que le déchet que la fonte éprouve dans ſa converſion en fer par le procédé

trouve le fer. Au ſurplus la doſe du princ e inflammable qui eſt uni au fer dans ſes divers états, ſoit cru, ſoit forgé, ne paroît pas être déterminée par un terme rigoureux. Mais cette quantité varie dans une latitude plus ou moins étendue (ſection IV). (G), ſoit que cela dépende, comme il paroît en effet vraiſemblable, des circonſtances qui accompagnent le procédé, ou de la nature des molécules du fer, qui diffèrent entre elles de quelque manière (T). Quoiqu'il ſoit hors de doute que l'on peut, par un procédé convenable, détruire à l'air libre la plombagine qui eſt inhérente au fer (V), il n'eſt pas ſi facile de concevoir comment

---

de l'affinage, doit être attribué à la préſence ſeule de la plombagine.

Je ſuis bien perſuadé que le déchet qu'éprouve la fonte à l'affinage, lequel va quelquefois à $\frac{1}{10}$, ne doit pas être attribué totalement à la quantité de matières étrangères départies par l'affinage; puiſque je ſais que l'on peut convertir de la fonte en fer avec un $\frac{1}{6}$ de déchet par un procédé, tandis que par un autre il y en a $\frac{1}{3}$ en employant les mêmes fontes, les mêmes charbons & les mêmes ouvriers, que d'ailleurs les laitiers d'affinerie contiennent ſouvent 30 liv. de fer par quintal.

Il eût été à deſirer que M. Bergman eût opéré à plus grandes doſes, & qu'il eût vu lui-même de près & de très-près les travaux en grand. Les produits ſont bien différens, lorſque l'on oprèe ſur des minicules, ou que l'on procède ſur des maſſes. Je l'ai éprouvé dernièrement.

Je faiſois l'eſſai docimaſtique de pluſieurs ſortes de mines, particulièrement d'une galène de plomb en octahèdre: ſur deux onces, je n'y trouvois que 65 liv. au quintal. Je répétai l'eſſai ſur 8 liv. réelles poids de marc, & j'obtins 70 liv. par quintal, du même minerai, avec les mêmes fondans & en mêmes proportions reſpectives.

(T) Je ne penſe pas que les molécules du fer puiſſent différer entre elles, lorſqu'elles ſont pures & de bon a loi; elles ſont unes comme le fer, mais leur titre peut varier par le mélange. Voyez mon Mémoire ſur l'unité du fer.

(V) Il eût été à deſirer que l'auteur eût indiqué le procédé

la fonte contenue dans un creuſet ſcellé hermétiquement, puiſſe en être dépouillé par la ſimple addition de chaux martiale. Il eſt néceſſaire de remarquer ici que pour que la chaux martiale puiſſe abſorber l'acide aérien, & pour que cela réuſſiſſe completement dans nos expériences, il faut que la chaux de fer touche intimement toutes les parties ferreuſes de la fonte de fer réduite en limaille. Alors, tant au moment de l'incandeſcence qu'à l'inſtant de la fuſion, la chaux martiale ſaiſit la partie aérienne de la plombagine; tandis que les molécules ferreuſes cherchent à ſe ſaturer du phlogiſtique qui étoit uni à ſon acide. C'eſt par cette double attraction que s'opère la décompoſition de la plombagine. Alors le fer s'enrichit de la ſubſtance inflammable; & s'il en reſte quelque portion au-de là de la ſaturation, le ſuperflu ſert à la réduction d'une partie de la chaux martiale. Mais pour mettre cette vérité dans toute ſon évidence, nous allons expoſer les problêmes les plus difficiles à réſoudre, que préſentent nos eſſais.

200 liv. de fonte de Leufſtad, avec 50 liv. de chaux martiale, ont donné 222 liv. de régule ductile N°. 93. Ces 200 liv. de fonte contiennnent 6,6 de plombagine (ſection VIII). (D, N°. 342), dont chaque liv. décompoſe parfaitement environ 5 liv. de nitre : or le fer de Leufſtad n'alkaliſe pas moitié de ce poids de nitre. Une partie de plombagine contient donc autant de phlogiſtique, que 10 parties de fer, & 6,6 de plombagine, autant que 66 de fer.

Au ſurplus, (ſection III. n°. 2), il eſt démontré

---

par lequel on peut détruire la plombagine inhérente au fer: à l'air libre, les ſurfaces du fer peuvent ſe décompoſer par le contact de l'air combiné avec tout ce qui s'y unit dans l'atmoſphère; mais il ne pénétre jamais dans l'intérieur des maſſes, ſans le ſecours d'un agent plus puiſſant.

par nos antécédentes expoſitions, qu'un quintal de fer de Leufſtad, contient 39,5 pouces cubes d'air inflammable, & que le régule ductile qui en eſt provenu a donné 51 pouces cubes d'air (ſection III. n°. 4) par quintal; ce qui démontre qu'il y a une différence en produit d'air inflammable entre la fonte & le fer, de 11 $\frac{5}{10}$ pouces cubes, & dans cette expérience 23 pouces cubes (X).

Voyons actuellement ſi la quantité de phlogiſtique contenue dans 6,6 liv. de plombagine, ſuffit pour opérer la réduction de 22 liv. de chaux martiale, en ſuppléant à la différence qui ſe trouve. Nous avons dit que 6 $\frac{6}{10}$ de plombagine pouvoit revivifier 66 liv. de chaux martiale. Si on diminue 22 de 66, reſte 44.

Auparavant nous avons démontré que dans un pouce cube d'air inflammable il réſidoit autant de

(X) Rien de plus ingénieux que le développement que l'auteur donne ici des expériences qu'il a faites pour découvrir la quantité de phlogiſtique qui eſt contenue dans le fer & dans la fonte. Mais comme il avance que la plombagine contient dix fois autant de phlogiſtique que le fer, & que la fonte de fer contient par quintal communément 3 $\frac{3}{10}$ liv. de plombagine, au lieu que le fer ductile n'en contient que $\frac{5}{10}$, ne pourroit-on pas inférer de-là, contre le ſentiment de l'auteur & contre le fait, que la fonte de fer contient plus de phlogiſtique que le fer, quoiqu'il paroiſſe le contraire par l'air inflammable produit de la diſſolution reſpective de la fonte & du fer? Mais le produit d'air inflammable en volume, ne peut à ce que je penſe, donner une juſte meſure du phlogiſtique contenu dans les corps ſoumis à des diſſolutions. Tous les corps contiennent de l'air, & tous ne contiennent pas du phlogiſtique réducteur. L'air inflammable peut contenir ſous le même volume, plus ou moins de phlogiſtique. Auſſi voyons-nous que différens airs inflammables détonnent & brûlent plus ou moins, ſuivant que cet air eſt plus ou moins chargé de phlogiſtique. Celui tiré du fer forgé, contient par pouce cube autant de phlogiſtique, qu'il y en a dans deux grains ſuédois de fer, d'après les expériences de M. Bergman.

phlogiſtique qu'il y en a d'uni à 2 liv. de fer forgé (ſection IV. B). C'eſt pourquoi la quantité de phlogiſtique qui eſt contenue dans 44 liv. de fer, répond à 22 pouces cubes d'air inflammable. Il ne nous en manque donc qu'une pouce cube ; mais il faut obſerver que pour calciner une partie de fer il faut un peu moins de moitié de ſon poids de nitre. Nous croyons qu'il eſt difficile de s'attendre à une démonſtration plus complète.

Puiſque dans les expériences N^os. 90, 91 & 92, les parties de chaux martiale qui ont été réduites, ont été ſi foibles, il faut tirer des circonſtances ſans doute des inductions ſur le plus ou le moins de la matière inflammable qui a pu ſe diſſiper ſans produire d'effet.

Dans l'exploitation des mines de fer, même dans les eſſais docimaſtiques qui ſe font dans des creuſets dont les couvercles ſont ſcellés exactement, jamais la totalité des parties métalliques n'eſt réduite en métal, quoiqu'il y ait ſurabondance de phlogiſtique (A)

Nous traiterons ailleurs du mauvais fer, tant de celui caſſant à chaud, que de celui caſſant à froid.

(A) Dans les travaux en grand des fourneaux des forges, lorſque les opérations ſont bien conduites, il eſt très-ordinaire que le minerai lâche tout ce qu'il contient de métallique, à très-peu de choſe près, qui peut plutôt être détruit que reſté en arrière. Il n'en eſt pas de même dans les eſſais docimaſtiques. Le minerai ne reçoit qu'un feu ſecondaire ou intermédiaire. On eſt obligé de ſubſtituer le phlogiſtique par un corps interpoſé, de multiplier les fondans, ce qui met la portioncule de minerai & de métal en contact avec des ſurfaces immenſes qui tendent à diminuer le produit. D'ailleurs, ou la chaleur n'eſt pas aſſez puiſſante, ou elle eſt deſtructive par ſon volume & par ſon intenſité. Ces cauſes concourent à rendre les eſſais docimaſtiques très-incertains pour la réduction des mines, particulièrement de celles de fer.

Nous rapporterons alors les expériences que nous avons déja citées, & d'autres qui ſuivent & qui ont rapport à l'une & l'autre de ces eſpèces de fer. Nous ne nous occupons dans ce moment que du fer doux de bonne qualité.

Ayant examiné juſqu'ici le fer dans les deux extrêmes de ſa ſituation, nous éprouverons moins de difficultés en traitant l'acier qui eſt le fer dans ſon état mitoyen.

Nous connoiſſons déja l'acier par la voie de l'analyſe : quoique les procédés que l'on emploie dans la préparation diffèrent beaucoup entr'eux, ils doivent tous ſe réunir dans un point qui eſt de lier étroitement les molécules, & de les ſaturer d'une juſte doſe du principe inflammable & de plombagiue (ſection IX (B).

Pendant que l'on fond, que l'on chauffe & que l'on forge l'acier à pluſieurs repriſes dans le cours de ſa fabrication, il eſt facile de ſentir qu'il doit en réſulter les effets que nous cherchons à connoître. Car les maſſes d'acier étant plus petites, expoſées à une chaleur plus intenſe, & animées avec un vent plus actif que les maſſes de fer que l'on ſe propoſe ſeulement de rendre ductile, ſont conſéquemment plus expoſées à l'action de l'air (C).

(B) La plombagine n'eſt nullement néceſſaire à l'acier ; au contraire, elle ne peut concourir qu'à en déſunir l'étoffe & à la rendre cendreuſe.

(C) L'auteur, pour étayer ſon ſentiment ſur la formation de la plombagine, rappelle ici ſommairement ce qui ſe paſſe dans le travail de l'acier, & prétend que l'air extérieur & le vent du ſoufflet ayant plus d'action ſur l'acier en raiſon des ſurfaces, contribuent à former la plombagine, & à convertir le fer ou la fonte en acier. Mais voici des faits de pratique que je mets en oppoſition. Pour faire de l'acier, il ſuffit de donner à la fonte & au fer un degré violent de chaleur, & de les pri-

L'on ne doit point s'attendre à un changement auſſi parfait en opérant dans un creuſet clos ; cependant l'acier s'y forme même par la fuſion de la fonte de fer ſans aucune addition, (n°. 97), ou avec le

---

ver du contact de l'air & de celui des corps brûlans qui dans cet état fourniroient du phlogiſtique ; & pour y parvenir dans les aciéries, les catins ou creuſets des foyers ſont très-profonds ; on a ſoin que le bain de fonte ou de mazelle, ou enfin les lopins ſoient toujours couverts d'un laitier très-fluide & abondant, enſorte que l'acier qui ſe forme n'ait nul contact, ni avec l'air extérieur, ni avec le vent du ſoufflet, ni avec le charbon brûlant.

Le méchaniſme de la cémentation eſt fondé ſur le même principe. Le fer eſt encaiſſé dans de grands creuſets, il eſt entouré de poudre de charbon & autres ſubſtances analogues qui ne ſont point dans l'état brûlans, mais ſeulement en incandeſcence, ſans aucune communication avec l'air extérieur ; & quand par accident il ſe fait une ouverture au creuſet de cémentation pendant l'opération, alors la poudre de cémentation brûle, & le fer reſte fer dans cet endroit ; c'eſt ce que l'on appelle du fer éventé.

Si l'on expoſe à l'air libre un morceau d'acier chauffé ſuant, ſans être couvert d'un vernis d'herbus, de paille, d'acier ou de ſable fondus, il étincelle de toutes parts & ſe décompoſe. Voici un fait plus concluant encore. En 1778, travaillant en Dauphiné, je pris 18 liv. d'acier naturel forgé en barreau de 10 à 11 lignes, je le caſſai & le placai au milieu d'un tas de charbon expoſé au vent de la tuyère ; je lui donnai chaud aſſez de temps pour en faire un lopin relevé & avalé avec le ringard. Lorſque tous les morceaux furent réunis en une maſſe, je le fis corroyer & étirer ſous le martinet ; lorſqu'il fut froid je le fis caſſer & l'examinai. Il ployoit & étoit redevenu fer. A peine y avoit-il quelques veines légères d'acier ; tandis que dans le même foyer on faiſoit au deſſous au fond du creuſet, de l'acier qui n'avoit aucun contact avec l'air, ni atmoſphérique, ni du ſoufflet. S'il faut de l'air pour faire de la plombagine, il n'en faut point pour faire de l'acier &, pas plus de phlogiſtique, mais de la matière de la chaleur. Le verre en fournit beaucoup. Le verre & l'acier ſont deux ſubſtances très-analogues. Je developperai cette analogie dans un autre ouvrage.

ſeul

ſeul verre, (n°. 115). Si donc la ſimple fuſion eſt capable de détruire la plus grande partie de la plombagine, nous ne devons plus être étonnés que cette deſtruction s'opére par l'interméde de la terre calcaire, (n°s. 116 & 117), ou avec la manganaiſe pulvériſée (n°. 113).

Mais il nous reſte ſur le ſurplus, la difficulté la moins aiſée à réſoudre, & qui s'apperçoit au premier coup d'œil. En cémentant du fer ductile avec de la poudre de charbon, on en obtient de l'acier, (n°. 107). Le même traité avec la plombagine, retourne en fer crud. Alors le principe générateur & celui qui a le plus d'affinité, ſe ſépare. C'eſt pourquoi nous croyons qu'il eſt important de détruire l'opinion preſque générale qui admet dans l'acier une plus grande quantité de phlogiſtique que dans le fer. L'analyſe nous a démontré clairement que l'acier contient très-peu de principe inflammable, (ſection IV. E), que le fer ductile n'admet qu'une minicule de plombagine dans ſa compoſition, que l'acier diſſous dans l'acide vitriolique laiſſe un réſidu inſoluble aſſez notable, (ſection VIII. D).

Examinons au ſurplus, ſi avèc le phlogiſtique que l'on ajoute dans ces circonſtances, il ſe trouve lié avec une aſſez grande portion d'acide aérien qui puiſſe pendant la fuſion ſe combiner avec le fer & enlever la portion de phlogiſtique qu'il faut ſouſtraire, afin qu'il réſulte de la plombagine qui puiſſe minéraliſer le fer.

L'on peut faire de l'acier avec la fonte de fer & avec le fer forgé. Dans le premier cas, il faut détruire une portion de la plombagine pour que les molécules ferreuſes ſoient ſaturées ſuffiſamment de phlogiſtique. Dans le ſecond cas, il faut combiner le ſurplus du phlogiſtique avec l'acide aérien, aſſez exactement pour que ces mêmes particules ferreuſes en ſoient les plus pauvres poſſible. Ces points de ſaturation ſont ſi pré-

cis, que l'acier trempé, & le même recuit au feu, donnent l'un & l'autre la même quantité d'air inflammable, (n°s. 12 & 13).

Il eſt certain que l'effet de la cémentation varie en raiſon de l'abondance ou de la diſette du phlogiſtique contenu dans le cément. Cependant l'expérience nous a appris que dans l'un & l'autre cas il y a une portion de principe inflammable qui ſe diſſipe : car de petits morceaux de fer ſoumis à nos expérienees & enveloppés de plombagine, (n°. 133), ou de terre calcaire, ou enfin de manganaiſe, (n°s. 134 & 135), ſe ſont également couverts d'un enduit très-foible il eſt vrai (Y). De-là nous ſommes en droit de con-

(Y) De ce que le fer cémenté avec la pierre calcaire, la plombagine & la manganaiſe, ait perdu une portion de ſon phlogiſtique au point de former une croûte extérieure fragile & en décompoſition, il ne faut pas conclure que le fer perde de ſon phlogiſtique pour être converti en acier par la cémentation, puiſque la pierre calcaire eſt une ſubſtance très-avide de la matière de la chaleur, & que l'on peut parvenir à décompoſer l'acier par la cémentation avec la pierre calcaire ; & il eſt vraiſemblable que la plombagine & la manganaiſe employées pour cémenter le fer, produiſent le même effet. Mais il n'en eſt pas de même, ſi l'on emploie la poudre de charbon de bois, ou toute autre matière animale charbonneuſe. Le fer ne ſouffre aucune décompoſition extérieure ; il ne perd rien, au contraire il acquiert un accroiſſement conſidérable de poids & de volume. L'accroiſſement du volume eſt d'$\frac{1}{114}$ & celui du poids eſt d'$\frac{1}{176}$ du total ; & il ſeroit plus conſidérable ſi l'on y ajoutoit le poids de l'air qui forme les ampoules & celui de l'eau que le fer peut contenir & qui en ſont expulſés. Mais ces deux objets ne peuvent ſe calculer.

M. Bergman dans l'expérience 107, en cémentant le fer avec la poudre de charbon, a eu une diminution de près d'$\frac{1}{100}$. Mais c'eſt que ce fer avoit été traité auparavant avec la plombagine dont la poudre de charbon a détruit l'effet, & que les réſultats de la docimaſie ſur des minicules, ſont bien différens des travaux des arts qui travaillent ſur des maſſes de 60 à

clure que la poudre de charbon qui environne le fer ductile dans un vaſe clos & expoſé à un feu durable pouſſé preſqu'au degré de fuſion, peut fournir une quantité quelconque d'air qui, ſe combinant avec le ſurplus du phlogiſtique, forme de la plombagine qui s'unit à l'agrégation du fer, mais qui ne peut prévenir qu'imparfaitement une ſorte de deſſication ou de déphlogiſtication intérieure : d'où il réſulte que l'acier étant diſſous dans l'acide vitriolique, dépoſe des parties brûlées inacceſſibles à ce même acide, mais qui ſont ſolubles dans l'acide marin. N'eſt-ce pas la privation de ces parties brûlées ſéparées par la fuſion qui rend l'acier Anglois ſi ſupérieur, ſans avoir égard au caractère particulier de l'acier ? Il eſt donc évident qu'il faut que le fer perde une portion de ſon phlogiſtiqeue, avant d'être converti en acier (Z).

---

80 milliers réels dans une ſeule opération. L'augmentation du poids & du volume de fer converti en acier par la cémentation compoſée de matières charbonneuſes, procède néceſſairement d'une ſubſtance introduite. Je ſuis bien perſuadé que ce n'eſt pas du phlogiſtique, puiſque pour que le charbon tranſmette ſon phlogiſtiqne à un métal quelconque avec lequel il eſt en contact, il faut que ce charbon ſe décompoſe : or la poudre de charbon ne paroît ſubir aucune décompoſition Le charbon ne peut brûler, ſi le phlogiſtique qu'il contient ne ſe combine avec l'air. La même poudre de charbon ſert pluſieurs fois ſucceſſivement à l'opération. C'eſt donc une autre ſubſtance non-ſeulement qui produit le volume & le poids additionnels, & qui change l'organiſation du fer & le décompoſe en acier. Elle ne peut procéder que de la matière de la chaleur, du feu fixe qui n'eſt point du phlogiſtique, lequel n'agit que ſur les ſurfaces, au lieu que le principe de la chaleur pénètre intimement les corps les plus denſes, comme la lumière pénètre les corps diaphanes. Il faut donc chercher d'autres cauſes que la plombagine introduite dans le fer pour en former l'acier.

(Z) L'acier fondu d'Angleterre n'eſt point ſupérieur à l'acier corroyé. Quant à la pâte, elle eſt dans l'un & dans l'autre de la même qualité. Mais l'étoffe de l'acier fondu eſt beau-

Le fer cémenté avec la plombagine, conſerve ſa ductilité (n°. 133). Lorſqu'il l'eſt avec la terre calcaire, il

---

coup plus parfaite que celle de l'acier corroyé, parce que la fuſion ſépare tous les corps hétérogènes qui forment dans l'acier corroyé une ſolution de continuité.

Ces matières procèdent de l'affinage primitif du fer. La cémentation ne peut les en ſéparer, ni détruire les pailles, les travers, les gercures ni les cendrures, & ce ſont en plus grande partie ces cendrures qui ſe dépoſent dans l'acide vitriolique.

Il ne paroît pas que le fer dans la cémentation puiſſe perdre de ſon phlogiſtique pour paſſer à l'état d'acier, puiſqu'il eſt privé du contact de l'air ſans lequel il n'y a point de déphlogiſtication, ſi ce n'eſt dans les acides. L'acier n'eſt point en contact avec des ſubſtances qui en ſont privées & avides : au contraire, il eſt entouré de matières charboneuſes qui en ſont douées d'une grande doſe, & qui ne le perdent pas, puiſqu'elles ne ſont point dans un état brûlant, mais ſeulement incandeſcent. L'on ſait que le charbon peut être tenu très-long-temps incandeſcent dans un vaiſſeau clos, ſans qu'il ſe décompoſe ; *enfin*, qu'il eſt ardent, ſans qu'il perde ſon phlogiſtique. Le fer en paſſant à l'état d'acier, ne perd ni n'acquiert de phlogiſtique. Il y a donc lieu de penſer que c'eſt uniquement le principe du feu, la matière de la chaleur qui ſe combine avec les parties conſtitutives du fer pour en former l'acier ; de même que c'eſt cette matière qui eſt la baſe de la compoſition du verre, & le verre & l'acier ont beaucoup d'analogie. L'acier n'eſt donc que du fer ſuper-ſaturé du principe de la chaleur qui n'eſt pas du phlogiſtique, car ce dernier eſt un compoſé d'air & de feu diſſous l'un par l'autre, lequel peut s'unir à l'air atmoſphérique, à l'air principe & à l'eau.

Voici un fait qui pourra jeter du jour ſur cette matière. Si l'on prend une barre de fer, qu'on la coupe en deux parties, que l'on en laiſſe une dans ſon état naturel, & que l'on faſſe ſubir à l'autre la cémentation ſeulement ſans la corroyer ni la tremper, c'eſt-à-dire en état d'acier-poule ; que l'on caſſe enſuite ces deux parties, chacune en deux autres, & que l'on frotte l'une contre l'autre par les angles, celles de même état, fer contre fer, acier contre acier, l'on verra, ſur-tout dans l'obſcurité, ſortir des traînées de feu étincelant très-conſidérables de l'acier, & aucunes du fer, quoiqu'ils ne ſoient guères plus durs l'un que l'autre. Ce qui prouve l'abondance de la matière du feu dans l'acier & peu dans le fer.

acquiert dans ſon intérieur la nature d'acier (n°.134). Ces deux faits nous déſignent ſuffiſamment quepour former de la plombagine, il n'eſt pas néceſſaire qu'il vienne de l'extérieur des parties inflammables; mais la portion ſuperflue qui réſide dans le fer ductile, ſe combine avec l'acide aérien pour engendrer la plombagine, & ce, dans un cément dans lequel on n'a point encore trouvé de cet acide combiné. En fondant du fer crud avec de la plombagine, il en réſulte un régule qui eſt très-proche de l'état de l'acier, (n°. 106). Ce qui arrive à peine par la voie de la cémentation, à moins qu'il ne ſoit néceſſaire d'une incandeſcence plus prolongée qu'elle ne l'a été dans nos expériences.

La nature d'acier qui ne s'eſt montrée que dans le milieu des morceaux de fer cémenté, exige une double explication: ou la cémentation a commencé par le centre en ſe portant par gradation au dehors, & alors elle n'étoit pas parvenue juſqu'aux parties extérieures; ou, & ce qui eſt vraiſemblable, le morceau a été d'abord totalement converti en acier, & enſuite la croûte étant formée, le fer a commencé par le dehors à récupérer ſa ductilité (A).

(A) Il ſeroit bien étonnant, ſi la plombagine eſt le principe aciérant du fer, que le fer de Leufſtad cémenté avec cette matière, expér. 133, n'ait pas acquis la propriété de l'acier. Il faut donc que la plombagine ſoit plutôt comme la terre calcaire, une ſubſtance abſorbante de ce principe aciérant; & en effet, M. Bergman nous démontre que la fonte de fer étant reſondue dans des vaiſſeaux clos, acquiert par cette reſonte la qualité d'acier; ainſi, ce n'eſt point à la plombagine que le régule de l'expérience 106 doit la propriété d'acier qu'il a montrée; c'eſt au contraire à la plombagine & à la terre calcaire qu'eſt due la converſion en fer des parties extérieures des fers cémentés & qui avoient commencé par être totalement convertis en acier pendant les premières heures de l'opération:

Il eſt hors de doute que nos expériences par la cémentation, auroient répandu un bien plus grand jour ſur l'objet de nos recherches, s'il nous eût été poſſible de nous procurer une chaleur beaucoup plus continuée, & des vaiſſeaux clos plus exactement.

SECTION VII.

De la quantité de la matière de la chaleur contenue dans le fer.

L'ON ne peut guères douter que la chaleur & les phénomènes qu'elle préſente n'aient pour principe une matière particulière ; du moins il eſt très-difficile, en prenant la chaleur pour l'effet du mouvement inteſtin des parties conſtitutives des corps qui la renferment, d'expliquer comment un grand incendie peut devoir ſon origine à une foible étincelle, ce qui n'eſt pas rare.

L'expérience nous apprend tous les jours que la communication du mouvement en diminuant fait des progrès ; le feu au contraire, abandonné à lui-même, en s'accroiſſant, ſe propage autant qu'il n'a pas beſoin d'aliment convenable, (A).

L'on trouve ſans doute une différence de mouvement entre une première étincelle & une maiſon, ou

---

mais pendant la ſuite de l'opération, à meſure que la chaleur a dénaturé & la plombagine & la pierre calcaire, ces ſubſtances ont abſorbé le principe aciérant, & ont fait paſſer l'acier à l'état de fer en agiſſant de la circonférence au centre.

(A) Je penſe que l'auteur auroit dû développer un peu plus ces deux propoſitions contraires du mouvement & du feu, qui ne paroiſſent pas claires ni convaincantes à pluſieurs des lecteurs.

une ville embrâſée ; c'eſt pourquoi, l'effet eſt auſſi ſurprenant qu'il ſurpaſſe cette cauſe. Nous ſupprimons d'autres argumens, parce que ce n'eſt pas ici le lieu de donner une démonſtration complète de notre ſentiment.

Nous penſons de même qu'il y a dans quelque eſpèce de ſubſtance que ce ſoit, plus ou moins de la matière de la chaleur qui eſt étroitement retenue par la force de l'attraction, de façon que tant qu'elle reſte dans cet état de captivité, elle n'a pas la faculté d'échauffer ; mais lorſque quelque cauſe rompt ſes entraves, elle recouvre ſur le champ & exerce ſa faculté, preſque de la même manière qu'un acide qui n'eſt pas ſenſible dans les ſels neutres parfaits, ſe fait ſentir avec énergie lorſqu'il eſt libre.

La quantité de cette matière de la chaleur, offre des diverſités très-remarquables, qui font varier l'état de pluſieurs corps, au point que le même qui eſt ſolide actuellement, deviendra liquide dans un autre moment ; qu'il peut même acquérir la fluidité (*).

Les phénomènes qui ont accompagné nos expériences, prouvent que dans quelque état que ſoient les corps, ils doivent être doués d'une abondance déterminée & reſpective de cette matière, ſoit que l'on ait égard à la mobilité mutuelle de leurs molécules, ſoit à la qualité qui les rend diſſemblables ; l'on doit entendre par cette abondance, la chaleur ſpécifique. Car en effet, elle accompagne toujours le caractère de tel corps que ce ſoit. Mais la grande difficulté eſt de pouvoir la déterminer.

Nous connoiſſons les excellentes expériences qui ont été faites à ce ſujet de notre temps ; mais nous

(*) Les anciens ont obſervé, & les modernes ont négligé la différence qui diſtingue le liquide qui conſerve ſon niveau, du fluide ; tel la fumée & les vapeurs que l'on ne peut contenir.

avouons ingénument que les méthodes propoſées pour y parvenir, non-ſeulement nous ont paru incertaines, mais même fauſſes, (ſi nous ne nous trompons pas). Nous pourrons dans d'autres momens nous occuper de leur diſcuſſion.

Pendant que nos expériences fondamentales faiſoient des progrès vers leur perfection, & que les diſſolutions ſe complétoient, afin de connoître ſi le fer en état de fonte d'acier, ou de fer battu, contenoit la même portion de chaleur ſpécifique, nous avons examiné avec attention, par le thermomètre, le degré de chaleur qui naît des diſſolutions du métal reſté un jour complet avec le diſſolvant dans le même degré de température. Nous n'admettons pas ce moyen ni comme ſûr, ni facile; mais nous avons été obligé de l'adopter, faute de meilleur. Voici l'eſquiſſe de ce qui s'eſt paſſé, tel que nous le concevons.

Le diſſolvant écarte l'aſſemblage de l'aggrégation des molécules; il ſe forme alors d'autres unions. Si la chaleur des nouveaux compoſés eſt plus forte que celle des corps déſunis, néceſſairement le terme de la chaleur diminue dans les parties voiſines; alors le thermomètre reſte ſtationnaire. Si le degré de chaleur eſt moindre au contraire, il ne ſubſiſte plus de différence, & les parties voiſines s'échauffent, d'où il réſulte l'aſcenſion du thermomètre; ſi enfin les nouveaux compoſés n'exigent préciſement que le même degré de chaleur, ce qui arrive très-rarement, alors le thermomètre n'éprouve aucune variation. Une juſte doſe ou approchante de la matière de la chaleur, s'attache aux plus petites molécules d'un corps, comme nous l'avons dit, juſqu'à ce qu'une attraction plus forte déſuniſſe cette aggrégation.

Si l'on conſidère que tous les corps ſont perméables à la chaleur, & avec le célèbre Neuton, que moitié au moins du volume de l'or le plus peſant des

métaux, eſt compoſé de pores inviſibles, que l'interpoſition de ce métal ne dérange aucunement l'écoulement du magnétiſme. On ne trouvera rien de diſcordant dans l'admiſſion de pareils écoulemens atmoſphériques des molécules primitives, même dans l'état de ſolidité des corps. Ces mêmes molécules ſéparées l'une de l'autre par une abondance ſuffiſante de chaleur, s'accroiſſant à l'entour par l'effet de l'augmentation du contact, elles entaſſent une plus grande quantité de la matière de la chaleur, leur mobilité augmente, elle procure alors la liquidité; & lorſqu'elles ſont pénétrées encore d'une plus grande portion de chaleur, il en réſulte enfin une fluidité vaporeuſe.

Il paroît évident par ce qui vient d'être dit, que la différence de la quantité de la matière de la chaleur peut être reconnue par la marche du thermomètre, ayant égard à la température du lieu. Cette chaleur ſuivant les circonſtances, & par l'effet du diſſolvant, peut être retenue ou miſe en liberté, & on peut le remarquer d'autant plus exactement, que la diſſolution s'opérera plus promptement ſans le ſecours d'une chaleur étrangère; & quand même l'accroiſſement ou le decroiſſement ne s'opéreroit que très-lentement, il eſt cependant poſſible que cette chaleur ſoit réabſorbée ou diſſipée, ſans que l'on obſerve une variation notable dans le thermomètre.

Qu'il me ſoit permis de rendre ceci plus clair par un exemple que j'ai déja propoſé & expliqué dans un autre ouvrage (*).

Si l'on jette un ſel neutre quelconque pulvériſé dans l'eau, & que l'on place ſous la ſolution le globe d'un thermomètre; on verra deſcendre la colonne de mercure, parce que le premier état de la liquidité exige plus de chaleur, qu'elle n'a perdu de ſolidité.

(*) Opuſcules de M. Bergman, Vol. 1. Pag. 234, 236.

Les petites molécules ſéparées l'une de l'autre, augmentent leurs forces attractives en raiſon de leur bien plus grandes ſurfaces. L'on apperçoit également que lorſqu'une grande maſſe de criſtaux ſe condenſe, les ſurfaces ſe contractent, le contact diminue, & conſéquemment la puiſſance attractive, d'où il arrive que la matière de la chaleur étant ſéparée, le mercure du thermomètre monte plus ou moins. Il y a cependant de la différence dans la gradation du thermomètre, ſuivant la diverſité du caractère des ſels; & ſouvent on ne peut l'obſerver, ſi ce n'eſt dans des circonſtances favorables.

Mais paſſons aux expériences qui doivent ſervir à éclairer notre propoſition.

(B) Dans toutes nos expériences nous avons employé le même poids, tant du diſſolvant que du corps à diſſoudre, & nous les avons laiſſés enſemble avec l'appareil des vaiſſeaux pendant un jour complet. Lorſque le fer pulvériſé ou limé étoit placé, l'on verſoit l'acide, & l'on plongeoit le globe du thermomètre, marquant avec un ſoin ſcrupuleux l'aſcenſion du thermomètre; en même temps l'on examinoit & l'on tenoit note de la température du lieu marqué par un autre thermomètre. L'acide vitriolique agiſſoit avec tant de lenteur, lorſqu'il n'étoit aidé par aucune chaleur extérieure, qu'à peine a-t-il atteint un ou deux degrés. L'acide marin a donné des ſignes d'une chaleus un peu plus forte, mais nullement ſuffiſante; mais l'acide nitreux a produit des effets remarquables, ſoulevant la liqueur avec efferveſcence (A).

(A) Le fer ſe diſſout totalement dans les trois acides minéraux, dans des périodes de temps différentes, & les précipités que l'on en obtient, ſont également des chaux dépouillées du phlogiſtique réducteur. Si l'acide nitreux produit une plus grande chaleur, c'eſt qu'il eſt plus avide du phlogiſtique du

Afin de diſtinguer les degrés de la forte intumeſcence d'une manière fixe, nous déſignons par 4 la plus forte élévation juſqu'au bord ſupérieur du vaſe : par 3 celle qui eſt montée aux trois-quarts ; par 2 celle qui eſt à moitié ; enfin par 1 celle qui n'eſt parvenue qu'au tiers du vaſe. Le mélange occupoit environ le quart de la capacité du vaiſſeau.

Nous nous ſommes ſervi du même acide nitreux que nous avons employé (ſection III. D). Mais ſeulement moitié de la meſure, parce que nous n'employons qu'un demi-quintal de fer ; car une double quantité excitant une double chaleur, il eût fallu une échelle de graduation bien plus étendue.

La table ſuivante n'indique que les effets de l'acide nitreux.

La 1re. colonne marque la température du laboratoire.

La 2e. le plus haut degré de chaleur.

La 3e. la différence qu'il y a entre ces deux termes.

La 4e. la plus forte élévation de l'intumeſcence de la liqueur (B).

---

fer, & ſon action rapide occaſionne une chaleur très-forte, & infiniment plus ſenſible que celle occaſionnée par l'acide vitriolique & l'acide marin. Mais ce degré de chaleur produite par la diſſolution, doit-elle être la meſure de la matière de la chaleur inhérente au fer ? Je penſe que ces expériences ſont inſuffiſantes pour le démontrer ; mais elles peuvent donner des degrés de comparaiſon entre les divers états du fer, ce qui eſt très-intéreſſant à connoître.

(B) Les + de ce tableau marquent, ſuivant l'uſage ſuivi en Suède, les degrés aſcendans au deſſus du terme o du thermomètre dont la graduation eſt déterminée par 100 ; au lieu que le thermomètre de Reaumur, d'un uſage plus général en France, eſt gradué par 80, depuis o, le terme de la glace, juſqu'à celui de l'eau bouillante. Dans l'appendix j'ai réduit la gradation de la chaleur ſuivant le thermomètre de Reaumur dans la proportion, comme 80 :: 100,

N°s. des Expériences	Sortes de Fer.	Température du Laboratoire.	Chaleur. Degrés ascendans.	Différence.	Intumescence.
144.	Fer crud de Leuſſtad, ſurchargé de phlogiſtique.	+ 11	+ 37.	26	2
145.	Le même.	+ 2	+ 28.	26	2
146.	Fe crud de Leuſſtad, doué d'une quantité ſuffiſante de phlogiſtique.	+ 11	+ 21.	10	1
147.	Le même	+ 5	+ 15.	10	1
148.	Fer forgé de Leuſſtad	+ 11	+ 72.	61	4
149.	Fer forgé d'Oſterby	+ 11	+ 79.	68	4
150.	Acier d'Oſterby.	+ 13	+ 63.	50	4
151.	Fer crud de Forſmark	+ 14	+ 24.	10	1
152.	Fer forgé de Forſmark	+ 14	+ 81.	67	4
153.	Acier de Forſmark.	+ 14	+ 60.	46	4
154.	Fonte de Brattfors	+ 14	+ 33.	19	2
155.	Fer battu de Brattfors.	+ 14	+ 75.	61	4
156.	Acier Anglois dont il a été déja beaucoup queſtion.	+ 13	+ 70.	57	4
157.	Acier prépa. par M. Quiſt.	+ 13	+ 65.	52	4
158.	Fonte d'Hallefors, ſurchargée de phlogiſtique.	+ 13	+ 39.	26	3
159.	Fonte d'Hallefors pauvre en phlogiſtique	+ 13	+ 30.	17	2
160.	Acier fait avec le fer de Dalie, chargé de manganaiſe	+ 14	+ 56.	42	4
261.	Fer forgé de Norrberk caſſant à chaud	+ 14	+ 79.	65	4
162.	Fer battu de Grangen, caſſant à froid	+ 14	+ 81.	67	4
163.	Du même, 25 liv. docimaſtiques	+ 14	+ 48.	34	4
164.	Fonte d'Huſaby	+ 13	+ 34.	21	2
165.	Fer forgé avec la même fonte de Braas, caſſant à froid	+ 15	+ 77.	62	4
166.	Le même fondu dans un creuſet avec moitié de ſon poids de chaux, exp. N. 122.	+ 12	+ 85.	73	4

N°s. des Expériences	Sortes de Fer.	Température du Laboratoire.	Chaleur. Degrés ascendans.	Différence.	Intumescence
167.	Le même rendu ductile en le fondant avec la terre calcaire	+..15.	+..77.	..62..	...4...
168.	Acier fait avec le fer cassant à froid de Braas	+..13.	+..50.	..37..	...2...
169.	Acier fait avec le verre, N°. 115	+..13.	+..66.	..53..	...4...
170.	Acier formé par la seule fusion, N°. 97	+..13.	+..56.	..43..	...3...
171.	Æthiops martial totalement attirable, acheté dans une pharmacie	+..14.	+14,5	..0,5.	...0...
172.	Craie calcaire, exactement lavée & séchée, 50 liv.	+..14.	+..20.	...6..	...2...
173.	La même calcinée complétement non éteinte, 50 liv.	+..14.	+..84.	..70..	.....

(G) Si l'on fait attention aux différens phénomènes que présentent les expériences que nous venons de citer, on verra clairement que chaque état de fer est circonscrit, respectivement à la chaleur élémentaire qu'il renferme ; ensorte que le fer crud a donné 10 degrés de chaleur au plus bas terme, & 26 au plus haut. Parmi sept variétés de fonte, celles qui étoient pauvres en phlogistique se sont réunies vers le plus bas terme, celles qui étoient riches en principe inflammable, & celles qui donnent des fers cassans à froid, se sont approchées du terme le plus élevé.

Six genres d'acier ont produit une plus forte chaleur, dont le moindre degré a été 37, & le plus haut n'a pas surpassé 57.

Cette table contient neuf essais faits avec le fer battu qui se renferme dans un cercle de variations,

bien plus concentré que les deux ſortes précédentes, quoique les eſpèces en ſoient plus nombreuſes ; mais en général le degré de chaleur n'a pas été au deſſous de 61, & ne s'eſt pas élevé au deſſus de 68.

Le fer natif de Sibérie a donné une diſſolution ſi indolente, qu'elle n'a pu produire preſque aucune chaleur. Ce fer eſt d'un caractère ſi mauvais, qu'il n'annonce pas lui-même la chaleur qu'il renferme, (A).

Au ſurplus, toutes choſes égales, nous voyons que le double du poids du fer produit une chaleur double, n^os. 162 & 163 (B). Qu'une ſeconde chaleur n'occaſionne pas un plus grand degré de chaleur, qu'elle reſte la même & qu'elle eſt égale à celle que l'état du métal produit ordinairement, (expér. 156, 157, 169 & 170), que le fer caſſant à froid s'écarte un peu des limites, (expér. 166).

Il eſt important cependant de remarquer que le même degré de chaleur ſe manifeſte, quoique la température du lieu où ſe font les expériences varie, (n^os. 144 & 147).

(A) Le fer de Sibérie donne ſi peu de chaleur, que M. Bergman ne l'a pas placé dans ſon Tableau en comparaiſon avec les fontes, aciers & fers. L'obſervation de cet auteur me confirme dans ce que j'ai dit de ce prétendu fer natif, dans mes Mémoires de Phyſique ſur le fer, & ailleurs.

(B) Cette propoſition ne peut s'étendre à des maſſes conſidérables, parce qu'alors, d'après ce principe, la chaleur monteroit au degré de la fuſion, ce qui n'eſt pas vraiſemblable, & ce qui ne peut arriver dans les fluides humides ; même l'état du fer ſoumis à la diſſolution, peut contribuer à l'intenſité de la chaleur ; car un morceau de fer du poids de 100 grains, n'occaſionnera pas autant de chaleur dans ſa diſſolution, que le même poids du même fer réduit en limaille, parce que la limaille préſente plus de ſurface au diſſolvant, & l'action du dernier eſt alors ſimultanée, plus vive & plus conſidérable.

Or, comme dans nos expériences il n'y a eu d'autre variété que celle du caractère du fer, nous devons conclure que toutes les différences que nous avons observées, en procèdent. Les deux dernières expériences faites avec la terre calcaire, n^os. 172 & 173, ſont ſeulement des points de comparaiſon ſimplement ajoutés (*).

SECTION VIII.

Des Matières hétérogènes inhérentes au fer.

Il eſt néceſſaire de rechercher & d'examiner les principales ſubſtances hétérogènes qui accompagnent ſouvent notre métal, ou que l'on prétend qui lui ſont unies, leſquelles ne ſont point du nombre de ſes parties conſtitutives, quoiqu'elles puiſſent influer ſur ſes propriétés particulières.

Telles ſont la manganaiſe, l'arſenic, le zinc, la plombagine, l'acide ſulphureux. Nous examinerons ces ſubſtances, chacune ſéparément.

(A) pour diſtinguer plus facilement la manganaiſe, s'il y en a, nous avons employé le moyen que nous avons déja communiqué ailleurs depuis long-temps, (*), (B). Nous n'en avons point trouvé juſqu'alors de plus certain.

(*) Dans la Page XII. de l'introduction du 1^er. Volume de mes Opuſcules, ils'eſt gliſſé une erreur qui procède de la trop foible portion employée, & d'un thermomètre trop peu ſenſible.

(*) Opuſcules, Vol. II. Pag. 225.

(B) Je reſtitue ici le paſſage indiqué par M. Bergman.

« Prenez un poids donné de fer que vous ſoupçonnez contenir de la manganaiſe, diſſolvez-le avec excès d'acide nitreux,

Mettez dans un creuſet de la mine de fer, ou des parcelles de fer, faites rougir fort ; alors projetez le quadruple du poids de nitre épuré. La détonnation finie, tirez le creuſet, lequel étant refroidi, ſe trouve ſouvent bouché par une croûte qui s'élève juſqu'à ſes bords ſupérieurs. Si la ſurface des ſcories eſt de couleur verre, ou d'un bleu verdâtre, elles

« faites évaporer juſqu'à ſiccité, même juſqu'à incandeſcence. « Peſez le réſidu, délayez-le enſuite dans de nouvel acide ni- « treux, & ajoutez-y un petit morceau de ſucre. Si le fer con- « tient de la manganaiſe, vous le reconnoîtrez en quelques heu- « res, en ſaturant l'acide avec de l'alkali fixe aéré; vous obtien- « drez une chaux blanche que vous ſéparerez facilement, & « c'eſt tout ce qui eſt contenu dans le fer diſſous. Décantez la « liqueur privée de manganaiſe, faites-la évaporer à ſiccité & « même juſqu'à faire rougir le réſidu, conſtatez-en le poids, la « différence de peſanteur du réſidu exprimera la quantité de « manganaiſe calcinée. Ces réſultats étant connus, il vous ſera « facile de déterminer la partie du poids de la maſſe réguline « calcinée qui répond à celui de la manganaiſe, puiſque cette « maſſe augmente de $\frac{3}{100}$ par la calcination. Connoiſſant le poids « de la chaux blanche obtenue par l'intermède de l'alkali aéré, « il vous ſera facile de fixer le poids du régule de manganaiſe « qu'elle contient, puiſqu'il eſt prouvé par l'expérience que 180 « parties de cette chaux blanche, repréſentent 100 parties de « manganaiſe.»

J'obſerve que cette chaux blanche obtenue d'une diſſolution de la première chaux du fer, par l'acide nitreux, donne du bleu de Pruſſe, lorſqu'on la traite avec l'alkali phlogiſtiqué ce qui dénote qu'elle contient quelque portion de fer entraîné par l'acide nitreux. Il ſeroit donc préférable de traiter cette première chaux avec l'acide du vinaigre qui diſſout la chaux de manganaiſe, & agit bien plus inſenſiblement ſur celle du fer que l'acide nitreux ; ce dont M. Bergman convient, page 86 de cette diſſertation.

Au ſurplus, je dois prévenir qu'il eſt bien à craindre que cette manière de procéder n'altère l'eſſence des choſes, & conſéquemment que les réſultats de ces ſortes d'expériences ne produiſent que des probabilités encore bien éloignées de la conviction.

annoncent

annoncent qu'il y a de la manganaiſe. Si les apparences ſont foibles, ajoutez-y une autre doſe de nitre égale à la première, par ce moyen vous en découvrirez le plus foible atome.

Il faut éloigner avec ſoin toute communication avec la poudre de charbon & les cendres.

Voici les motifs qui déterminent cette manière de procéder. La manganaiſe calcinée & fondue avec du nitre, donne une couleur bleue; mais lorſqu'il y a du fer uni, le bleu dégénère en vert dont l'intenſité eſt en raiſon de la quantité de la chaux de fer (*) (B).

Nous avons ſoumis à de nouveaux eſſais les différentes variétés éprouvées juſqu'alors, & quoique nous n'y ayons employé que trois liv. docimaſtiques

(*) Opuſcules, Vol. II. pag. 220.

(B) Dans les fourneaux des fonderies des forges, les laitiers vitreux qui ſurnagent la fonte de fer & qui s'écoulent ſpontanément des fourneaux ſur la dame, ont des couleurs différentes qui procèdent non-ſeulement du caractère des minerais ou des matières étrangères qui leur ſont unies, mais encore que le degré de fuſibilité & de combinaiſon du minerai & du charbon font varier. Dans certaines provinces de France, ces laitiers ſont généralement verts, dans d'autres bleus, dans d'autres lilas, ametiſtes; preſque tous ceux des mines d'alluvion ſont d'une couleur verte plus ou moins intenſe, lorſque l'on fait de la fonte blanche ou mêlée. Cette couleur verte ſe détruit & paſſe à l'ametiſte, lorſque l'on fait de la fonte griſe, parce qu'alors la proportion du minerai eſt moindre relativement à la quantité du charbon, qu'en conſéquence la maſſe de chaleur eſt ſupérieure, & que la fuſion eſt plus complète. Ce même laitier eſt noir lorſque l'on fait de la mauvaiſe fonte, & qu'une portion de minerai fondu paſſe dans le laitier ſans être métalliſé. Si M. Bergman eût pouſſé la fuſion dans les eſſais long-temps après l'efferveſcence qui ſoulève les ſcories, il eût ſans doute obtenu la couleur ametiſte, couleur que les verriers blanchiſſent avec la manganaiſe qui eſt leur *ſavon*. Nous obſervons encore que les alkalis purs fixes donnent des couleurs tantôt vertes & tantôt bleues

de chacune, cependant les ſuccès que nous en avons obtenus, prouveront combien cette voie de procéder eſt excellente & démonſtrative.

Afin d'éviter des deſcriptions prolixes, nous prenons pour premier objet de comparaiſon le fer d'Eiſenert, lequel nous avons trouvé contenir $\frac{30}{100}$ de manganaiſe par le même procédé décrit ailleurs (**).

174^e. EXP. Après la première détonnation avec le ſalpêtre, le fer d'Eiſenert avoit enduit tout le creuſet d'une pellicule de couleur verte intenſe.

Dans la ſeconde détonnation, à peine cette couleur a-t-elle changé, ſi ce n'eſt qu'elle eſt devenue plus foncée (C).

175^e. EXP. Le fer crud de Leufſtad ſurchargé de phlogiſtique, après la première détonnation, n'a donné qu'un foible indice de couleur verte; mais après la ſeconde, la couleur s'eſt manifeſtée & même fortement développée.

(**) Opuſcules Vol. II. Pag. 228.

(C) M. Bergman n'a point mis dans cet ouvrage le fer d'Eiſenert dont il parle, en comparaiſon avec les autres ſortes dans les diſſolutions, pour connoître la quantité inflammable qu'il contient. Si cet auteur n'étoit auſſi digne de foi, on pourroit ſuſpecter le produit de l'expérience qu'il cite, par laquelle il dit avoir démontré que le fer d'Eiſenert contient $\frac{30}{110}$ de manganaiſe. Comment un métal combiné de près d'un tiers de ſubſtance étrangère ſi peu ſuſceptible de paſſer à l'état métallique, tel que la manganaiſe, peut-il être ſuſceptible lui-même des caractères de la métallité? L'on tire, il eſt vrai, un régule de la manganaiſe, mais ce n'eſt point un métal ductile.

J'ai traduit *Ferrum Eiſenerthenſe*, fer d'Eiſenert, dans l'acception que M. Bergman a paru le prendre, quoique cet adjectif ſemble annoncer ſeulement une mine, une glebe de fer. *Eiſen*, fer *Erthz*, mine, glebe, terre, comme on dit *Eiſenſtein*, pierre de fer qui porte le nom d'Eiſenert, comme il y a *Inſulæ ferri* Isles de fer, *Argentoratum*, ville d'argent, Strasbourg, Argentière, &c. Je n'ai pas eu d'occaſion de me procurer des éclairciſſemens ſur ce mot, qui eſt ſans doute celui d'une forge,

176^e. EXP. La fonte de Leufſtad douée d'une quantité ſuffiſante de phlogiſtique, n'a donné d'abord aucun ſigne ſenſible de couleur verte ; mais après la ſeconde projection de nitre, l'on a apperçu une légère couleur bleue-verdâtre.

177^e. EXP. Le fer battu de Leufſtad a donné les mêmes réſultats que dans la précédente expérience.

178^e. EXP. Le fer crud d'Akerby a verdi lui-même à la première projection : à peine cette couleur ſe faiſoit-elle appercevoir aux parois du creuſet ; mais à la ſeconde projection, tout l'intérieur du creuſet étoit teint d'une couleur bleue.

179^e. EXP. Le fer battu d'Akerby, dès la première projection, a verdi, ainſi que les ſurfaces du creuſet.

180^e. EXP. La fonte d'Hallefors, de même a coloré en vert les parois du creuſet.

181^e. EXP. Le fer battu d'Hallefors, n'a produit d'abord aucun veſtige de manganaiſe, enſuite il s'eſt comporté comme le précédent.

182^e. EXP. Le fer battu d'Oſterby, a donné les mêmes réſultats que la fonte d'Akerby.

183^e. EXP. L'acier d'Oſterby a produit les mêmes effets.

184^e. EXP. Le fer crud de Forſmark, a montré après la première projection une couleur verte diſtincte, qui a un peu augmenté à la ſeconde.

185^e. EXP. Le fer forgé de Forſmark, s'eſt montré de même.

186^e. EXP. L'acier de Forſmark, a donné une couleur plus foible.

187^e. EXP. La fonte de Brattefors, de même que celle de Forſmark.

188^e. EXP. Le fer battu de Brattefors, comme celui d'Hallefors.

189^e. EXP. La fonte d'Hallefors ſurchargée de

phlogiſtique, n'a d'abord donné aucun indice de couleur verte, mais enſuite une très-diſtincte.

190^e. EXP. La fonte d'Hallefors pauvre en phlogiſtique, a donné les mêmes réſultats.

191^e. EXP. Le fer natif de Sibérie, à la première détonnation, n'a montré que quelques apparences de vert; mais à la ſeconde, il s'en eſt développé une très-belle.

192^e. EXP. Le fer de Norrberk caſſant à froid, n'a pas verdi d'abord, mais enſuite très-diſtinctement.

193^e. EXP. L'acier d'Angleterre a verdi à la première projection, les côtés du creuſet l'étoient peu; mais cependant à la ſeconde, ils ont été teints de la même couleur.

194^e. EXP. L'acier préparé par M. Quiſt, a produit le même effet, mais la couleur verte a acquis un peu d'intenſité.

195^e. EXP. L'acier fait avec le fer de Dalie, comme le précédent.

196^e. EXP. Le fer crud d'Huſaby, a donné de prime abord la couleur verte.

197^e. EXP. Le fer battu provenant du fer d'Huſaby caſſant à froid, n'a produit du vert qu'à la ſeconde projection.

198^e. EXP. L'acier préparé avec le même fer s'eſt comporté comme le précédent.

199^e. EXP. Le fer battu de Braas caſſant à froid, a produit d'abord un peu de vert, & plus enſuite.

200^e. EXP. Le même fer rendu malléable par l'addition de la terre calcaire, a verdi les parois du creuſet plus diſtinctement dès la première projection.

201^e. EXP. La manganaiſe diſſoute dans l'acide vitriolique ainſi que dans le nitreux, & dépouillée du cuivre par le moyen du zinc, donnoit d'abord une couleur verte très-exaltée.

202^e. EXP. La limaille de cuivre a donné preſque le même réſultat.

Après avoir réfléchi ſur les produits de ces eſſais, l'on doit conclure que toutes les variétés de fer que nous avons eſſayées, contiennent de la manganaiſe ; & ſi l'on peut mettte au nombre de celles-ci d'autres expériences, quoiqu'elles aient été pratiquées d'une autre manière, l'on pourra tirer une conjecture probable qui eſt que le fer n'eſt jamais, ou du moins très-rarement purgé de la manganaiſe. Le défaut de ductilité du fer, ſoit dans ſon état d'incandeſcence, ſoit au degré de la température ordinaire, ne doit point être attribué à l'abſence de la manganaiſe, ni aſſurer qu'une plus grande quantité de manganaiſe réunie au fer, ne peut s'oppoſer à la ductilité, n°. 174, ni jamais la ſeconder, n°s. 175, 176, 178, 180, 184, 187, 196.

Si quelqu'un penſoit que l'on dût attribuer au cuivre cette couleur verte, il faudroit qu'il en ſuppoſât dans toutes les eſpèces que nous avons eſſayées. Mais, ſi nous ne nous trompons pas, ce ſeroit ſans fondement. Il n'eſt pas douteux que deux métaux peuvent être colorés de la même manière par l'effet du nitre, & différer par toutes leurs autres propriétés. Le fer & le cuivre donnent l'un & l'autre un verre rouge ; cependant ces deux métaux diffèrent entre eux.

Il eſt bien vrai que la manganaiſe contient preſque toujours du cuivre ; mais ce cuivre qui lui eſt étranger ayant été ſéparé par le zinc, la manganaiſe pure qui réſulte de ce départ colore le nitre comme auparavant, n°. 201.

C'eſt à juſte titre que nous poſons en fait que la portion de manganaiſe qui eſt unie au fer, fait au moins $\frac{30}{100}$ généralement de ſa maſſe, puiſque le fer d'Eiſenert qui eſt le meilleur de tous en contient cette quantité (D). Pour pouvoir eſtimer au juſte la quan-

(D) Voyez la note (C) page 82, relativement à la manganaiſe.

tité de matière colorante extraite, il faut le concours d'un grand nombre d'expériences, car il y a des petites variations qui échappent à l'œil de l'observateur le plus attentif, la pureté du nitre, sont des causes qui secondent, ou même s'opposent à l'appréciation juste des résultats; mais comme dans les précédentes expériences la fonte a moins donné de couleur verte que le fer battu, n^os. 178, 179, il faut donc trouver une autre méthode de déterminer cette quantité plus exactement.

Le vinaigre distillé dissout la chaux noire de la manganaise, & ne dissout pas celle du *fer* (*).

203^e. EXP. Un quintal de fer d'Osterby, parfaitement calciné au feu, a été mis en digestion avec du vinaigre distillé en quantité suffisante, pendant plusieurs jours, à une chaleur convenable. L'alkali fixe aéré a précipité la dissolution sous la forme d'une chaux blanche, laquelle étant desséchée, a pesé à peine une livre, répondant environ à moitié du poids du régule de la manganaise.

204^e. EXP. Un quintal de fer de Norrberk cassant à chaud, traité de même, a donné à peu près la même quantité de manganaise de couleur bronzée.

205^e. EXP. Même poids de fer de Braas cassant à froid, a donné par le même procédé, presque 5 liv. de précipité martial qui a verdi un peu avec le nitre. L'alkali phlogistiqué a donné beaucoup de bleu de Prusse (DD). Ce même alkali dans les précédentes

(*) Opuscules de M. Bergman, Vol.... Pag. 219, 453.

(DD) L'auteur annonce avant de faire ces expériences, que le vinaigre distillé ne dissout pas la chaux de fer, mais bien celle de la manganaise. Cependant dans l'expérience 245 le précipité de la dissolution de la chaux du fer de Braas, a donné du bleu de Prusse; conséquemment il contenoit du fer. Ces expériences faites avec le vinaigre distillé, ne donnent donc pas le seul précipité de la manganaise.

expériences, avoit à peine tiré quelques teintes bleues des précipités.

(B) Il eſt généralement connu que l'arſenic nuit au fer, lui donne de la fragilité, qu'il eſt très-difficile de l'en ſéparer. Mais cela ne ſuffit pas pour lui attribuer la cauſe de la fragilité à froid. Pour répandre des lumières ſur ce point, nous avons cru devoir recourir aux mines.

Celle qui ſe trouve dans la paroiſſe de Grangen, & dont le nom vulgaire ſe tire des pléyades, produit un fer caſſant à froid au ſuprême degré ; & cela eſt ſi notoire, que ſon uſage en eſt prohibé. Ce minerai eſt compoſé de deux matières, l'une grainue, inſenſible à l'aimant ; l'autre eſt ſpathique, ſous la forme de noyaux de différens volumes, elles ſont entremêlées. Nous les avons analyſées ſéparément.

206^e. EXP. Un quintal de mine grainue a été rôtie à l'ordinaire ſur un petit plateau. Pendant la calcination, elle n'a exhalé aucune odeur arſenicale, pas même pendant que l'on ajoutoit ſur cette mine ardente de la poudre de charbon, qui eſt un moyen très-efficace pour découvrir la ſubſtance arſenicale. Mais pour qu'il ne ſe gliſſe aucune erreur, il faut avoir ſoin d'examiner la poudre de charbon, car il arrive ſouvent qu'étant ſeule expoſée au feu, il en émane une odeur d'ail qui n'eſt point équivoque.

207^e. EXP. Il eſt réſulté les mêmes effets en éprouvant la mine ſpathique comme la grainue de Grangen.

208^e. EXP. Nous avons procédé de même avec le fer de Grangen, ſans qu'il ait donné aucun ſigne d'arſenic. La fragilité de ce fer ne procède donc point d'un principe arſenical. Cependant dans les travaux en grand des forges où l'on fabrique des fers tarés de ce vice, l'on n'en apperçoit pas toujours des indices. Tous les fers qui ſont impregnés d'arſenic, ſont toujours fragiles, ſoit à chaud, ſoit à froid (D).

(C) Nous ne révoquons point en doute qu'il y ait des mines qui contiennent du zinc, telles celles d'Aix-la-Chapelle & d'autres. Mais nous n'oſons affirmer que le zinc ſoit la cauſe générale de la fragilité du fer à froid, comme pluſieurs modernes le prétendent. Le zinc ſe combine difficilement avec le fer par la fuſion, & quand même cette union auroit lieu, le zinc ſe volatiliſeroit bientôt de lui-même. L'expérience le démontre (E).

Le fer n'eſt pas toujours caſſant à froid dans les mines qui abondent en zinc qui ſe démontre tant par la couleur de la flamme qui ſort par l'orifice ſupérieur du fourneau, que par la croûte de cadmie abondante qui s'y forme (*).

(D) D'après cette obſervation de M. Bergman, il y a donc des fers imbus du principe arſenical & des fers caſſans à chaud & à froid. Il eût été très-utile pour la connoiſſance complete de l'analyſe du fer, que ce ſavant eût fait quelques expériences ſur les fers qui ſont tarés du vice arſenical, lequel peut être ſi inhérent par la combinaiſon du régule d'arſenic avec l'élément du fer, qu'il ne dévelope aucune odeur d'ail. Le cuivre mêlé de diverſes ſubſtances, élude tous les efforts de la chimie pour colorer en bleu les alkalis volatils, ce qui a été démontré par M. Cadet de l'Académie des ſciences, dans ſon analyſe de la terre du borax.

(E) Voyez la note Q, pag. 57, relativement au zinc

(*) Nob. A. Stockenſtrom nous a cité de ſemblables exemples. Il a vu dans la forge qui eſt ſituée près d'Aix-la-Chapelle, couler des marteaux pour forger le fer, qui pouvoient ſervir à cet uſage pendant quatre mois. De même, dans le territoire voiſin de Luxembourg, il a vu fabriquer avec des mines tenant du zinc, du fer qui n'étoit nullement caſſant à froid (F).

(F) L'obſervation de l'Auteur, & celle de M. Stockenſtrom, ne peuvent être révoquées en doute. Mais voici des faits qui éclairciſſent ce point de Phyſique métallurgique.

Les mines de fer de Bretagne, ſont généralement chargées de

Dans les fourneaux de Suéde où l'on réduit les mines qui produiſent des fers caſſans à froid, on n'ap-

---

zinc, elles ſont très-fuſibles. Les fontes qui en procèdent ſont des plus réſiſtantes, & les fers ſont généralement caſſans à froid.

Les marteaux de fonte qui ſe coulent & dont on fait uſage dans les forges de cette province, peſent de 1000 à 1200 liv. Ils forgent communement quatre milliers de fer par jour, frappant de 90 à 110 coups par minutes, & durent 3, 4, 6, 7 & 8 mois, quelquefois un an.

Les enclumes coulées de la même fonte, durent 2, 3 & 4 ans au Stock. Cependant les fers qui ſont fabriqués avec ces fontes d'une conſtitution ſi ſolide, ſont très-caſſans à froid.

Dans les forges de la baſſe Champagne, dans les environs de S. Dizier, les mines d'alluvion que l'on y traite, ſont très-chargées de zinc. Les fontes qu'elles produiſent ſont très-fluides & très-réſiſtantes, tant en moulerie & fableries, que pour des enclumes & des marteaux. Ces marteaux peſent de 7 à 800 liv., frappent de 90 à 120 coups par minutes, forgent trois milliers de fer par jour, & durent pluſieurs mois.

J'ai fait forger 700 milliers de fer avec un ſeul marteau de fonte, dans cette province. Les enclumes durent pluſieurs années. J'en ai eu qui ſont reſtées 3, 4, & 5 ans dans le Stock. Les fers ſont moins caſſans que ceux de Bretagne, mais ſont du genre de ceux qui ſont caſſans à froid.

Dans la même province, dans les forges de Beze où l'on fabrique de très-bon fer avec des mines en piſolites peu chargées de zinc, ainſi que dans les forges circonvoiſines de la Franche-Comté, les fontes ſont ſi fragiles, que les marteaux qui ſont du même poids que dans les environs de S. Dizier, ne durent que 8 a 15 jours, un mois au plus, & les enclumes de 1 à 3 mois.

L'on peut conclure de ces faits, que la ténacité du fer ne dépend pas de celle des fontes, & que leur fragilité ne paſſe pas dans les fers qui en procèdent, puiſqu'au contraire ce ſont les fontes les plus fragiles qui produiſent dans ces forges les meilleurs fers.

Que le zinc eſt intimement uni aux molécules ferreuſes dans la fonte de fer, puiſqu'il en réſulte une maſſe dont l'agrégation ſe déſunit difficilement par les chocs les plus violens & les plus continus. Le zinc paſſe dans la pâte du fer, lorſqu'il n'en eſt pas dépouillé par l'affinage. En voici la preuve. En Bretagne on travaille à la vallone, en affinerie proprement dite & en chaufferie. L'on y houſſe plus que l'on n'avale. On releve peu, & en 20 à 22 minutes on fait une piéce qui produit une barre de 45 à 50 liv. d'un mauvais fer qui brûſe comme le bois. En Limouſin au contraire, on ne fait en deux heures à la renardiere, qu'une piéce de 35 à 40 liv.; il en réſulte un fer ferme, dur au feu & au marteau, & purgé du zinc que contenoit la fonte; & peut-être que le fer doit en plus grande partie au zinc ſa propriété de brûler à la manière des corps combuſtibles, bien moins facilement cependant que le zinc pur.

perçoit aucun veſtige de zinc, quoique ce métal ne puiſſe que très-difficilement ſe cacher, en ſi petite quantité qu'il ſoit. Au ſurplus, les expériences n°s. 247 & 248, ſont une barrière contre les doutes que l'on pourroit élever, & qui prouvent qu'il n'y a aucune partie de zinc dans toutes les variétés que nous avons eſſayées, & qui ſont caſſantes à froid au ſuprême degré (G).

(D) Nous avons amaſſé les réſidus inſolubles du fer dans l'acide vitriolique : après les avoir bien lavés & ſéchés, nous en avons examiné le poids & les propriétés. Nous avons fait diſſoudre dans l'acide vitriolique deux ou trois quintaux de chaque eſpèce de fer indifféremment pris. Afin d'avoir une partie de réſidu aſſez notable, & pour la plus grande facilité des comparaiſons, nous avons établi nos calculs ſur les parties centéſimales. Voici le réſultat de notre travail.

(G) Il eût été à deſirer que l'auteur, en procédant dans les deux expériences 247, 248, pour découvrir s'il y avoit un métal étranger uni au fer caſſant à chaud & à celui caſſant à froid, eût traité par la voie de la réduction les précipités qu'il a obtenus au moyen de l'alkali fixe des diſſolutions par l'acide nitreux, afin de comparer le poids du bouton de retour avec le poids du fer diſſous; car le fer & le zinc ſe diſſolvent également bien dans l'acide nitreux, ſe précipitent de même par l'alkali fixe. Mais dans la calcination & la réduction du précipité, le zinc n'auroit pas manqué de ſe détruire au moins en plus grande partie, & la différence du poids auroit indiqué à peu près le poids du zinc combiné. De même qu'il m'eſt arrivé en faiſant diſſoudre une combinaiſon d'une partie de mercure avec trois parties de plomb dans l'acide nitreux, la maſſe s'eſt parfaitement bien diſſoute, elle a été précipitée par l'alkali fixe, le précipité ayant été ſéché & traité par la réduction, je n'ai rétiré que le plomb, le mercure s'étoit diſſipé. Mais la vraie méthode de reconnoître la préſence du zinc dans le fer, eſt de le traiter avec le vitriol de mars.

209^e. EXP. Fonte ſurchargée de phlogiſtique de Leufſtad, le quintal a laiſſé. Liv. docimaſtiques. 4,0.

210^e. EXP. Fonte ſaturée de phlogiſtique. 3,3.

211^e. EXP. Fer battu provenant de la même fonte. 0,3.

212^e. EXP. Acier provenant du fer d'Oſterby 0,6.

213^e. EXP. Le même ſeulement battu. 0,1.

214^e. EXP. Fonte d'Ullefors. 2,0.

215^e. EXP. Fer battu procédant de la fonte d'Ullefors. 0,12.

216^e. EXP. Fonte d'Akerby. 2,6.

217^e. EXP. Fer battu d'Akerby. 0,5.

218^e. EXP. Fonte de Forſmark. 3,0.

219^e. EXP. Acier de Forſmark. 0,5.

220^e. EXP. Fer de Forſmark. 0,5.

221^e. EXP. Fonte d'Hallefors, ſurchargée de phlogiſtique. 5,3.

222^e. EXP. Fonte d'Hallefors, pauvre en phlogiſtique. 4,3.

223^e. EXP. Acier anglois. 0,4.

224^e. EXP. Acier préparé par M. Quiſt. 0,6.

225^e. EXP. Fer natif de Sibérie. 0,1.

226^e. EXP. Fonte de Brattfors. 2,5.

227^e. EXP. Fer battu de Brattfors. 0,3.

228^e. EXP. Acier fait avec le fer de Dalie. 0,5.

229^e. EXP. Fer battu de Norrberck, caſſant à chaud. 6,7.

230^e. EXP. Fonte d'Huſaby, caſſante à froid

231^e. EXP. Acier d'Huſaby. 1,7.

232^e. EXP. Fer forgé d'Huſaby. 0,6.

233^e. EXP. Fer forgé de Grangen, caſſant à froid. 0,1.

Ces expériences démontrent clairement que la fonte de fer donne le réſidu le plus conſidérable, & celle qui eſt plus riche en phlogiſtique, en donne plus

que celle qui en eſt pauvre ; que l'acier en a donné beaucoup moins que le fer crud ; enfin que le fer battu laiſſe bien peu de réſidu indiſſoluble, & quelquefois preſque aucun.

Le réſidu du fer crud a l'extérieur écailleux, le gliſſant de la plombagine, & comme elle, il ſalit par le frottement.

234^e. EXP. Un quintal de ce réſidu mis ſous la mouſle d'un fourneau de docimaſie, bien ardent, blanchit d'abord, & perd plus ou moins de ſon poids. Cette perte cependant ne ſurpaſſe jamais la moitié. La poudre qui reſte, paroît être de la nature du *ſilex*.

235^e. EXP. Un quintal du même réſidu détonné avec le nitre, en alkaliſe le quintuple de ſon poids; c'eſt-à-dire, ſouſtraction faite de la partie ſiliceuſe; le ſurplus n'eſt privé de ſon phlogiſtique qu'avec dix parties de nitre. Si l'on fait cette opération avec un appareil pneumatique, on en retire environ 50 pouces cubiques d'acide aérien.

236^e. EXP. Un demi-quintal de ce réſidu mis en ébullition dans l'acide marin, n'y a ſouffert aucune altération.

237^e. EXP. Un quintal de ce réſidu mêlé avec un poids égal de chaux martiale dans un creuſet clos pendant 15 minutes, & expoſé au feu excité par un ſoufflet, donne 30 liv. de régule, produit que l'on obtient avec la plombagine ordinaire (H).

(H) M. Bergman poſe en fait qu'une partie de plombagine contient autant de phlogiſtique réducteur, que dix parties de fer ; & cependant un quintal du réſidu de fer dans l'acide vitriolique, que l'auteur aſſure être analogue à la plombagine, n'a pu réduire & revivifier en fer que 30 liv. de fer calciné, ce qui n'équivaut qu'à trois liv. de plombagine, & les 97 autres n'ont donc eu aucune action ſur les 74 liv. reſtantes de la chaux de fer, qui doivent contenir plus de $\frac{1}{10}$ de métal.

Ces expériences nous ayant mis à découvert la manière d'être de ce réſidu tiré de la fonte de fer, il paroît qu'outre la partie ſiliceuſe, il contient une ſubſtance ſemblable à tous égards à la plombagine ordinaire, & même qu'elle eſt compoſée d'un acide aérien & de phlogiſtique (*).

Le réſidu d'un quintal d'acier va au plus à une demi-liv.; il n'atteint jamais la liv. entière, excepté celui de l'acier préparé avec le fer caſſant à froid.

Afin de connoître le caractère de ce réſidu, nous avons d'abord eſſayé celui qui ſe tire de la diſſolution de l'acier anglois. Mais neuf quintaux ne nous ont fourni que 3,6 liv. quantité trop petite pour pouvoir être ſoumiſe à de juſtes démonſtrations, mais cependant qui a ſuffi pour en annoncer le caractère.

238^e. EXP. Une petite portion de ce réſidu calciné ſous la mouffle du fourneau de docimaſie, a laiſſé un réſidu blanc & ſiliceux.

239^e. EXP. Une portioncule jetée dans le quintuple de ſon poids de nitre fondu, a détonné avec impétuoſité ; mais il reſtoit encore quelque choſe de noir, ce qui indiquoit qu'il y auroit eu beſoin d'une plus grande quantité de nitre, ſi ces foibles reſtes euſſent pu détonner avec le nitre, mais en vain nous l'avons tenté.

240^e. EXP. Une petite portion miſe dans l'acide marin, ne s'y eſt pas diſſoute.

Toutes les propriétés de ce réſidu démontrent plus

(*) D. Cronſtedt dans ſa minéralogie, §. 154, réunit deux minéraux qui diffèrent beaucoup entr'eux en raiſon de leur compoſition. L'un cité ſous la lettre A, eſt lamelleux. Il eſt formé par l'union d'une terre métallique quelconque, avec le ſoufre ordinaire que l'on nomme molybdene. L'autre eſt une eſpèce de ſoufre compoſé de l'acide aérien uni au phlogiſtique. Ce dernier ſe nomme plombagine. Cronſtedt. Actes de Stokholm 1778, 1779, 1781.

que ſuffiſamment la préſence de la plombagine ſemblable à celle qui porte communément ce nom. Mais nous n'oſons rien aſſurer quant à la nature & aux proportions de ſes parties conſtitutives, attendu que la modicité des parcelles de cette matière ne nous a pas permis de faire des eſſais aſſez juſtes pour les déterminer.

Le réſidu que donne le fer battu, eſt en ſi petite quantité, que nous n'en avons pu tirer de quelques quintaux une quantité ſuffiſante pour pouvoir en faire l'analyſe.

Le fer caſſant à froid eſt celui qui en donne une plus grande quantité, ce qui nous a permis de faire trois expériences pour en connoître le caractère (A).

241^e. EXP. Une petite portion du réſidu produit par cette qualité de fer, a détonné avec le nitre fondu.

242^e. EXP. Une autre partie calcinée a laiſſé un réſidu ſiliceux.

243^e. EXP. Une autre partie expoſée dans de l'acide marin bouillant, y eſt reſtée intacte.

(E) L'on attribue communément à l'acide du ſoufre la cauſe de la fragilité du fer caſſant à chaud (B).

(A) Pour connoître ſi le réſidu que laiſſe le fer caſſant à froid dans la diſſolution par l'acide vitriolique, eſt la vraie cauſe de la fragilité de cette ſorte de fer, il eût fallu traiter par la réduction la chaux de fer précipitée de cette diſſolution, & voir ſi le régule en procédant auroit ou acquis de la ductilité, ou s'il ſeroit reſté caſſant à froid. Ce qui eſt arrivé dans l'expérience 228 avec la fonte d'Huſaby.

(B) Nos ouvriers nomment rouverain, le fer qui a le défaut de caſſer à chaud. Il eſt très-exigeant au forgéage, difficile à ſuer, à ſouder & à étamper. Une grande partie des fers d'Eſpagne a ce défaut. Dans les forges de Buffon, lorſque l'on uſe d'une mine en pois qui eſt enſachée dans des maſſes calcaires, & combinée avec de petits cailloux de calcédoine,

Le fer qui eſt taré de ce vice dans un haut degré, ſe diſtingue facilement par les gerçures & les fentes que lui imprime la percuſſion du marteau. Inutilement on l'expoſe en vente, & l'on n'en achète que malgré ſoi. Nous avons cependant eu la facilité de nous procurer la variété de cette eſpèce de fer qui ſe fabrique dans la paroiſſe de Norrberk, & nous analyſions en même temps le fer ductile & le caſſant à froid. Voici ce qui en eſt réſulté.

244^e. EXP. J'ai mis à diſſoudre du fer de Norrberk, caſſant à chaud, dans de l'acide marin bien pur; j'ai ajouté quelques goutes de *terre peſante falée* (A), diſſoute dans de l'eau diſtillée. La liqueur n'a pas troublé & même n'a rien dépoſé pendant un jour complet, ce qui ſeroit ſûrement arrivé, s'il y eût eu un ſeul quart de grain de matière à dépoſer.

245^e, EXP. La même expérience faite avec le fer caſſant à froid de Braas, a préſenté le même phénomène.

245^e. EXP. Ayant répété le même procédé avec le fer ductile d'Oſterby, nous avons eu le même ſuccès.

(F) Afin de connoître ſi les fers caſſans à chaud & ceux caſſans à froid contiennent quelques parties étrangères, nous avons entrepris ce travail de la manière ſuivante.

247^e. EXP. Nous avons diſſous exactement un quintal de fer de Braas, caſſant à froid, dans l'acide nitreux bien pur. La liqueur a été précipitée par l'alkali fixe

---

le fer que l'on en fabrique eſt rouverain; tandis que celui que l'on fait avec de petites mines d'alluvion, dans la même forge, eſt ou ductile à froid & à chaud, ou médiocrement caſſant à froid, ſuivant que les ouvriers prennent plus ou moins d'attention dans les opérations de la fabrication.

(A) Liqeur tirée du ſpath calciné.

de tartre purifié. Le précipité exactement lavé & séché a été poussé à un feu très-vif dans un creuset. Cette chaux a été de nouveau mise en digestion avec l'acide nitreux pendant quelques jours à un moyen degré de température, & sans que l'on y touchât, afin que ce qui pouvoit être soluble fût saisi par le nouvel acide nitreux; mais ni l'alkali de tartre, ni le phlogistiqué n'ont rien précipité, excepté une portion de la chaux de fer : d'où nous concluons que ce fer ne contient aucunes parties terrestres, ou métalliques étrangères qui soient solubles par l'acide nitreux.

Ayant fait cryſtalliſer la liqueur reſtante après la précipitation, nous en avons rétiré du nitre procédant de l'alkali végétal.

Ayant enſuite ſaturé avec le vinaigre, nous avons ſéparé les deux ſels par le moyen de l'eſprit de vin; & après avoir examiné ſoigneuſement ces réſultats, nous n'avons trouvé que du nitre & de la terre foliée de tartre, l'un & l'autre diſtincts & très-purs. Ce procédé ne nous a donc démontré aucune partie d'acide étrangère contenue dans le fer.

248^e. EXP. Nous avons traité de même un quintal de fer caſſant à chaud : le précipité ayant été deſſéché & long-temps expoſé à la calcination, a été ſoumis à l'action de l'acide nitreux; mais nous n'avons rien découvert d'étranger qui fût ſoluble ni dans la chaux précipitée de la première diſſolution, ni dans la liqueur reſtante après la précipitation.

249^e. EXP. Nous avons précipité par l'alkali phlogiſtiqué une diſſolution de fonte d'Huſaby dans un acide. 228 liv. de ce précipité ayant été mêlé avec de la poudre de charbon dans un creuſet clos expoſé au feu de fuſion, ont produit 39 ½ l. de régule fragile, lequel ayant été refondu avec le quart de ſon poids de chaux martiale provenant de bon fer, a récouvré ſon premier poids & ſon caractère de fonte de fer.

SECTION

SECTION IX.

Des Principes immédiats du fer.

DE l'examen attentif & particulier de tous les phénomènes que nous avons rapportés, il réſulte que le fer par ſa manière d'être, eſt un métal qui diffère des autres à bien des égards; mais cependant, qu'il s'en rapproche généralement par ſes parties conſtitutives, dont les deux les plus immédiates ſont une terre particulière & le phlogiſtique.

Puiſque l'on peut extraire de quelque fer que ce ſoit de l'air inflammable, & même à volume égal, en employant divers acides, je ſuis très-porté à préſumer qu'il procède de cet acide aérien renfermé dans ce métal. Les pierres calcaires & pluſieurs autres matières contiennent de cet acide aérien: mais ſi cette préſomption étoit fondée ſur un principe ſolide, il devroit en réſulter que tout acide en attaquant le fer, devroit produire de l'air inflammable. Le contraire cependant eſt démontré par l'expérience; car l'acide de l'arſenic diſſout le fer ſans produire aucun fluide élaſtique, lequel au lieu de détruire le phlogiſtique, ſe réunit avec une portion du diſſolvant pour régénérer l'arſenic blanc.

L'acide nitreux ne tire pas non plus d'air inflammable, mais il produit un autre fluide aérien connu ſous le nom d'air nitreux. L'on peut cependant oppoſer que cet acide attaque avec une ſi violente activité les corps inflammables, qu'il peut arriver que ce même air inflammable ſoit détruit par l'effet de la diſſolution; mais il eſt prouvé ſuffiſamment par d'autres expériences, que l'acide nitreux le plus concentré ne peut en aucune manière changer l'air inflammable

qui n'eſt point développé par l'effet des diſſolutions, ou ſeulement mis en liberté, mais qui eſt réellement & effectivement produit.

Au ſurplus, voulant reconnoître ſi tout air inflammable étoit de même caractère; nous nous en ſommes procuré du pur, dont nous avons empli des bouteilles égales contenant chacune 6 pouces cubes (A), afin de l'examiner.

250^e. EXP. Ayant approché la flamme d'une bougie de l'orifice d'une bouteille remplie d'air inflammable procédant du fer battu de Norrberk caſſant à chaud, il s'eſt enflammé avec une ſorte d'exploſion; il en ſortoit une flamme jaunâtre qui a conſumé tout l'air dans le moment; car ayant approché de nouveau la flamme d'une bougie, il n'a plus reparu aucun ſigne d'inflammation.

251^e. EXP. L'air inflammable tiré du fer battu de Braas caſſant à froid, s'eſt comporté de même; mais la première déflagration paſſée comme un éclair, a laiſſé une portion qui s'eſt de nouveau enflammée, & eſt reſtée ardente pendant environ deux minutes, donnant une flamme foible & jaunâtre dont la baſe à l'orifice de la bouteille, étoit teinte d'une couleur bleue.

252^e. EXP. La fonte de fer de Leufſtad ſaturée de phlogiſtique, a produit un air qui a donné avec exploſion une flamme jaunâtre, laquelle s'eſt éteinte auſſi-tôt, mais s'eſt de nouveau enflammée par l'approche de la bougie. Elle a brûlé alors pendant deux minutes, en donnant une foible déflagration rougeâtre & ſcintillante.

253^e. EXP. L'air inflammable tiré du fer battu de Leufſtad, a produit les mêmes effets; mais la ſeconde flamme tiroit plus ſur le jaune.

(A) 7,2. pouces du pied-de-roi.

254e. EXP. L'air produit par l'acier Anglois, s'eſt enflammé la première fois comme celui tiré du fer battu de Leufſtad; la ſeconde flamme étoit foible & bleue, elle a duré environ deux minutes.

Ces expériences prouvent des différences, dont la plus remarquable eſt celle qui réſulte du fer caſſant à chaud.

(B) Les cauſes des variations du fer, procèdent non-ſeulement des proportions de ſes principes conſtitutifs, mais ſouvent auſſi d'autres matières qui lui ſont unies ſans une abſolue néceſſité, même qui peuvent s'en ſéparer; & en effet, quelquefois le fer n'en contient pas. Quoique cela ſoit ainſi, ces matières hétérogènes ont néanmoins un ſi grand rapport aux divers états de notre métal, que lorſqu'elles en ſont ſéparées, elles ſubiſſent un changement total; c'eſt pourquoi il ne ſera peut-être pas inutile de faire connoître ici les limites de leur variation d'après le réſultat de nos expériences; enfin nous ajouterons les gravités ſpécifiques de certaines variations que nous avons ſoumiſes auparavant à la balance hydroſtatique.

FER CRUD.

Le quintal produit

Principes.	moins.	plus.
Matière ſiliceuſe.	1,0.	3,4.
Plombagine.	1,0.	3,3.
Manganaiſe.	0,5.	30,0.
Fer.	97,5.	63,3.

Qui contiennent autant de phlogiſtique que d'air inflammable, dont elles donnent de pouces cubes. . . . . 28. .48.

La matière de la chaleur élémentaire qu'elle renferme, répond aux degrés du thermomètre. . . . . 20. .52.

La gravité ſpécifique du fer crud de Leuſtad ſurſaturé de phlogiſtique, eſt de 8,062 (K), & celui qui ne contient qu'une juſte doſe de phlogiſtique. . . . . 7,759.

ACIER.

Le quintal contient

Principes.	moins.	plus.
Matière ſiliceuſe.	0,3.	0,9.
Plombagine.	0,2	0,8.
Manganaiſe.	0,5.	30,0.
Fer.	99,0.	63,3.

Qui contiennent autant de phlogiſtique que de pouces cubes d'air inflammable qu'elles produiſent. . . . . 44. . 48.

La matière de la chaleur élémentaire répond aux degrés du thermomètre. . 74. . 114.

La gravité ſpécifique de l'acier d'Huſaby. 7,002.
Celui du Sieur Quiſt. . . . . 7,643.
De l'acier Anglois. . . . . 7,775.
De Forſmark. . . . . 7,727.
D'Oſterby. . . . . 7,784.
Le même trempé. . . . . 7,693.

Tous les autres aciers avoient été détrempés par le recuit.

(K) Il s'eſt gliſſé une erreur dans les chiffres qui déſignent la peſanteur ſpécifique de la fonte noire portée à 8,062. & de la griſe portée à 7,759 qui eſt beaucoup plus forte que celle de l'acier & des differentes eſpèces de fer &, de même pour la peſanteur ſpécifique de l'acier d'Huſaby qui n'eſt portée qu'à 7,002; tandis que l'acier Anglois eſt à 7,775. Dans l'appendix je redreſſerai cette erreur qui eſt probablement typographique.

(D) FER BATTU ductile.

Le quintal produit

Principes.	moins.	plus.
Matière ſiliceuſe.	0,05.	0,3.
Plombagine.	0,05.	0,2.
Manganaiſe.	0,50.	30,0.
Fer.	99,40.	69,5.

Qui ſont douées d'autant de phlogiſtique que d'air inflammable dont elles produiſent de pouces cubes. . . . . 48. . 51.

La matière de la chaleur élémentaire, degrés. . . . . 102. 136.

La gravité ſpécifique eſt,

Du fer de Brattfors.	7,798.
De celui de Leuffiad.	7,754.
De celui d'Oſterby.	7,827.
De celui de Braas.	7,751.

(E) FER BATTU caſſant à chaud.

Le quintal produit.

Principes.	Poids unique proportionnel.
Matière ſiliceuſe, ...	0,8.
Plombagine.	0,7.
Manganaiſe.	0,5.
Fer.	98,0.

Qui réuniſſent autant de phlogiſtique que d'air inflammable, dont elles produiſent de pouces cubes. . . . . 48.

La matière de la chaleur élémentaire, degrés. . . . . 130.

La gravité ſpécifique du fer de Norrberk, caſſant à froid. . . . . 7,753.

(F) FER BATTU caſſant à froid.

Le quintal produit

Principes.	moins.	plus.
Matière ſiliceuſe.	0,05.	0,3.
Plombagine.	0,05.	0,3.
Manganaiſe.	0,5.	4,0.
Fer.	99,40.	95,4.

Dans leſquelles le phlogiſtique réducteur équivaut à l'air inflammable qu'elles contiennent, & dont elles donnent de pouces cubes. . . . . 50. . .52.

La matière de la chaleur élémentaire, fait monter le thermomètre à . . . 122. . .134.

La gravité ſpécifique eſt du fer de Braas caſſant à froid eſt. . . . . 7,792.

Du même ductile. . . . . 7,751.

De celui d'Huſaby. . . . . 7,791.

(G) Ce devroit être ici le lieu d'examiner quelle eſt l'influence de chaque eſpèce de matière qui entre dans la compoſition du fer ſur ſes différentes qualités; mais pour remplir cet objet avec un ſuccès complet, il eſt néceſſaire de faire encore différentes ſortes d'expériences.

Cependant il nous ſuffit ici d'effleurer légèrement les effets les plus remarquables. Voyons d'abord d'où réſulte la différence des trois états de ce métal.

Le fer crud contient une plus grande quantité de chacune des matières hétérogènes que les autres ſortes, d'où procède un enſemble des parties plus fragiles. La quantité de phlogiſtique varie un peu, & cependant, de façon que lorſqu'il eſt plus abondant, il ſe trouve une plus forte doſe de plombagine, laquelle

alors paroît également donner de la ſoupleſſe & retarder la fuſion (L).

Le fer en état d'acier, eſt très voiſin de celui du fer crud ; il contient cependant beaucoup moins de parties hétérogènes que le fer crud ; mais beaucoup plus que le fer battu ductile.

L'acier eſt plus riche que le fer crud, en matière de chaleur élémentaire & en principe inflammable. Il paroît que la plombagine eſt un principe néceſſaire au fer dans ces deux états, mais dans des proportions différentes & déterminées pour chacun ; & c'eſt cette plombagine, ſi nous ne nous trompons, qui eſt la cauſe de la couleur rembrunie que les acides impriment tant ſur le fer crud que ſur l'acier, & plus particulièrement l'acide nitreux ; car après l'éroſion du métal par cet acide, on apperçoit à ſa ſurface une couche légère de plombagine. Mais au ſurplus, la dureté que ce métal acquiert par l'immerſion ſubite dans l'eau, lorſqu'il eſt plus ou moins chauffé, paroît provenir d'une doſe modérée de la plombagine ; car la trempe augmente peu la dureté du fer ductile, un peu plus celle du fer crud, & celle de l'acier au très-haut degré (M). Mais il nous faut réunir en dernier

(L) J'ai éprouvé pluſieurs fois une très-grande difficulté en voulant fondre de l'acier dans des creuſets de molybdène.

(M) Le fer caſſant à froid prend beaucop de dureté à la trempe qui l'aigrit & le découvre blanc ; au lieu que le fer doux ne preud pas une dureté bien ſenſible. Ces deux propriétés diſtinctes ont élévé une conteſtation entre des Phyſiciens de ſentimens contraires. Les uns ſoutiennent que le fer ne prend pas de dureté à la trempe, d'autres affirment que la trempe durcit le fer un peu moins que l'acier. Ils ont tous raiſon, mais ils ne s'entendent pas entr'eux, faute d'examiner la nature du fer qu'ils emploient. Le fer caſſant à froid, participe des qualités du fer & de celles de l'acier ; c'eſt un acier imparfait, ce qui lui fait prendre de la dureté à la trempe La fonte en prend conſidérablement ; j'en ai vu faire des outils tranchans.

reſſort le concours de pluſieurs expériences pour découvrir le mécaniſme de cette opération.

Qu'un corps ardent prenne de la roideur par un refroidiſſement ſubit, & que des particules dilatées par le feu ſe figent pour ainſi dire dans le moment, ſous le volume qu'elles avoient auparavant, cela nous paroît très-probable, & la gravité ſpécifique plus foible dans l'acier durci par la trempe, que dans celui qui eſt ramolli, dénote l'expanſion du volume; mais comment expliquer qu'une demi-centième partie de plombagine puiſſe ſeule produire une ſi grande différence? c'eſt le nœud gordien qui nous offre des difficultés difficiles à réſoudre (N).

Il paroît que l'élaſticité dépend en général de l'union d'une doſe déterminée du principe inflammable & de la matière de la chaleur élémentaire; du moins la nature des choſes confirme ce ſentiment dans pluſieurs cas; ainſi l'acide vitriolique en ébullition, produit de certaines vapeurs élaſtiques qui ſe réſolvent en liqueur par le froid. Si l'on ajoute à cet acide vitriolique en ébullition, un peu de matière inflammable, il produit ſur le champ une très-grande abondance d'air élaſtique qui reſte dans cet état. Il en eſt

(N) M. Bergman avoue ici avec candeur qu'il eſt bien difficile de ſe perſuader qu'une ſi petite portioncule de plombagine ſuppoſée dans l'acier, puiſſe produire tous les phénomènes que préſente le fer dans cet état. Le nœud gordien, ſelon moi, n'eſt pas difficile à réſoudre, car ſans m'arrêter aux réſultats des nombreuſes expériences que ce ſavant a faites pour découvrir les principes conſtitutifs de l'acier, & ne parlant que d'après ma propre expérience dans des travaux en grand, je ſuis perſuadé que ce n'eſt que l'augmentation du principe de la chaleur qui conſtitue l'acier, c'eſt-à-dire qui convertit le fer en acier ſans augmenter la doſe de phlogiſtique néceſſaire à la ductilité. Je développerai cet argument plus au long & à la ſuite de cette traduction, & dans un autre ouvrage. L'expérience & les faits ſeront les fondemens de ſa démonſtration.

de même de l'acide nitreux ; mais lorſqu'il a été privé par l'ébullition de la portion d'air élaſtique qu'il contient ordinairement, enſuite ſans le ſecours du phlogiſtique & de la chaleur, il ne produit plus d'air élaſtique perſiſtant en cet état : l'acide muriatique en produit conſtamment par le ſecours ſeul de la chaleur, parce que la matière inflammable fait une partie de ſes principes conſtitutifs.

L'acier qui eſt doué de l'élaſticité dans un degré éminent, contient cependant moins que le fer de principe inflammable & de matière de la chaleur élémentaire : ce qui nous démontre que, pour que ce métal poſsède l'élaſticité dans un haut degré, il faut que ces deux principes y ſoient réunis dans une juſte proportion plutôt que d'y être avec excès. Dans toute la nature, les cauſes ſont pareillement circonſcrites & déterminées.

Les ſuperficies d'une lame polie échauffée par gradation, ſe couvre de diverſes couleurs relatives au degré de chaleur qu'elle éprouve. Ces couleurs ſont ſans doute l'effet de la légère calcination qui prend ſucceſſivement de l'accroiſſement.

Le fer ductile particulièrement, peut être appellé fer pur; & quoiqu'il ſoit fort chargé de la matière de la chaleur élémentaire & du phlogiſtique, cependant il réſiſte à la fuſion avec bien plus d'opiniâtreté que les deux précédentes variations (A), ce qui nous donne une nouvelle preuve évidente de l'importance des proportions. Il en eſt de même de la ductilité qui augmente dans

(A) La matière de la chaleur eſt le principe de la fuſibilité des métaux, & le phlogiſtique celui de leur ductilité. L'acier eſt plus fuſible que le fer, parce qu'il contient une bien plus grande doſe de la chaleur élémentaire que le fer, & il eſt ductile parce qu'il a une juſte doſe de phlogiſtique. Le phlogiſtique conſtitue le nerf du fer, la chaleur forme le grain de l'acier.

divers états du fer, en raiſon de l'augmentation du phlogiſtique & de la matière de la chaleur juſqu'à un certain point, au-de là duquel l'augmentation de ces principes produit la fragilité dans le fer caſſant à froid (exp. 31), qui a été rendu ductile par l'effet de la terre calcaire ; & au lieu de 52 pouces cubiques d'air inflammrble, il n'en a plus donné que 48 (exp. 32). La matière de la chaleur reſte invariable, malgré que le fer change de caractère, ce qui eſt très-digne de remarque (exp. 165, 167).

Approfondiſſons davantage la nature du fer vicieux. Prenons d'abord le fer caſſant à chaud : ce fer étant froid & la plûpart du temps chauffé ceriſe, ſe laiſſe forger, limer & plier facilement; mais lorſqu'il éprouve une chaude blanche, il ſe rompt & ſe briſe. Sa fracture eſt filamenteuſe : ſa ſuperficie étant limée, bleuit & contracte facilement la rouille. Les uſtenſilles de cuiſine qui ſont coulés avec la fonte dont ces fers ont été produits, noirciſſent les alimens que l'on y fait cuire, & repandent l'odeur des poêles (M). Lorſque ce fer eſt chauffé blanc, il s'en échappe plus fréquemment & plus abondamment des étincelles que du fer de bonne qualité. Le vice du fer caſſant à chaud ne ſe corrige pas par le contraire du fer caſſant à froid, (exp. 125); ni par la calcination, (exp. 129). La cémentation paroît néanmoins le corriger un peu ; cependant il faut avouer que le vice du fer de Norrberk eſt moins re-

(M) Les mêmes mines de fer produiſent une fonte blanche qui noircit les alimens que l'on fait cuire dans les uſtenſiles de cuiſine qui en ſont formés, & une fonte griſe qui n'a point ce défaut, ce qui vient du plus ou moins de liaiſon & de proportion de la matière de la chaleur & du phlogiſtique qui ſont entrées dans la compoſition de la fonte & qui l'ont amenée à un plus grand degré de pureté. L'on fait du fer doux, du caſſant à froid avec des fontes qui noirciſſent les alimens, ſur-tout les légumineux, ſuivant le procédé que l'on emploie,

marquable après cette opération. Le caractère du fer caſſant à chaud, ne dérive pas totalement de l'acide du ſoufre, (expérience 244), ni des proportions des ſubſtances héterogènes ou des principes conſtitutifs; mais elle procéde, à ce qu'il ſemble, de la qualité du phlogiſtique détérioré par quelque cauſe. La différence de l'inflammation de l'air qu'il produit, nous indique cette cauſe (exp. 250), ainſi que la manière de ſe comporter avec le ſoufre & l'eau (exp. 261), la mauvaiſe odeur qu'elle exhale, les étincelles qui s'en échappent, & le reſte. Il eſt de plus notoire, que le fer de bonne qualité devient caſſant à chaud par l'effet des charbons mal cuits dont on ſe ſert dans ſa fabrication (M).

Le fer caſſant à froid, ſe forge également bien, ſoit qu'il ſoit chauffé rouge ou blanc. Lorſqu'il eſt limé, il préſente une couleur argentine, & réſiſte bien à la roüille (N). Il paroît grenu à la fracture; il

(M) L'obſervation de M. Bergman eſt appuyée par l'expérience rélativement au charbon qui n'a pas reçu le point néceſſaire à ſon degré de parfaite cuiſſon dans les forêts & qui produit des fers vicieux, même les charbons trop nouveaux cuits apportent des variations nuiſibles dans les travaux des forges. Les vapeurs qui émanent d'un charbon mal-conſtitué, ſont bien plus nuiſibles que celles qui ſont produites par des charbons bien préparés & repaſſés. Les forgerons diſent qu'un charbon mal-cuit *n'eſt pas de nature;* pour lui donner ſon degré de perfection, il eſt néceſſaire lorſqu'une charbonnière ne fume plus, de faire repaſſer le feu par toutes les maſſes de charbon qu'elle contient, au moyen des évents; c'eſt ce que l'on nomme rougiſſage.

(N) Un très-grand uſage de voir des maſſes de fer dans toutes ſortes de ſituation, m'a démontré que le fer caſſant à froid eſt infiniment plus ſuſceptible de la rouille que le fer doux; & lorſque je jette un coup d'œil ſur un magaſin rempli de fer qui a été expoſé aux viciſſitudes de l'atmoſphère, je diſtingue

ne perd point ſa fragilité lorſqu'il eſt fondu avec le quart de ſon poids de chaux martiale préparée avec du bon fer (exp. 100), & fondu avec moitié de ſon poids de cette même chaux martiale, il paroît acquérir de la fragilité à chaud (exp. 101). Le fer crud de cette nature avec la chaux martiale préparée avec telle eſpèce de fer que ce ſoit, préſente les phénomènes d'une ſurprenante volatiliſation (exp. 102 104), (N).

(L) Il acquiert de la qualité étant fondu avec la pierre calcaire calcinée dans le fourneau à la hongroiſe (pag. 11. note), ce qui n'a pas lieu dans un creuſet (exp. 120, 123) : traité avec le ſoufre, il paſſe à l'état d'acier (exp. 124). De même, lorſqu'il a été calciné & enſuite fondu avec du fer de bonne qualité, (exp. 128), la cémentation ne le change pas (exp. 141 143). Réduit en bleu de Pruſſe, & revivifié enſuite, il conſerve ſon caractère (exp. 249). La cauſe originaire de ces diverſes qualités, eſt couverte d'épaiſſes ténébres (O).

---

les qualités par le coup-d'œil. Le fer caſſant à froid, produit une rouille farineuſe abondante, le fer doux une rouille denſe & fondue.

(N) Voyez la note (C), pag. 35.

(O) Le fer caſſant à froid eſt généralement aciéreux plus ou moins. Sa contexture eſt grainue comme l'acier corroyé & trempé, ſouvent lammelleuſe comme l'acier-poule non trempé. Il durcit à la trempe & s'y découvre comme l'acier. Il contient beaucoup de la matière de la chaleur, & peu de phlogiſtique mal combiné.

Le fer caſſant à chaud eſt ſuperſaturé de phlogiſtique, & contient moins de la matière de la chaleur. Dans le fer doux, la combinaiſon de la matière de la chaleur & du phlogiſtique, ſont au point de la ſaturation & d'une juſte combinaiſon.

L'acier eſt ſuperſaturé de la matière de la chaleur avec la doſe du phlogiſtique néceſſaire à la parfaite ductilité.

La proportion du phlogiſtique produit ſans doute quelque effet (exp. 31,32) ; mais ſi nous ne nous trompons pas, la principale cauſe réſide dans la chaux martiale d'une nature particulière qui exiſte dans le fer, & que nous ferons bientôt connoître par les expériences 264, 266.

SECTION X.

De la Chaux du Fer.

JUSQU'A préſent nous avons recherché les principes immediats du fer. Nous allons rapporter ſuccinctement combien nous avons acquis de connoiſſances ſur cet objet par ſa décompoſition & ſa réduction en chaux. Ce qui nous a paru d'abord mériter une ſérieuſe attention, c'eſt l'action particulière que l'eau a ſur notre métal. L'acide vitriolique concentré ne diſſout pas le fer ſans addition d'eau, laquelle ſeule le réduit en poudre lorſqu'il y reſte long-temps ſubmergé; elle ſeconde auſſi l'action du ſoufre ſur la limaille de fer; enſorte que non-ſeulement le mélange s'échauffe conſidérablement, mais même exhale de la fumée & s'enflamme.

Ces phénomènes n'indiquent-ils pas qu'il y a un principe ſalin & radical, ſur-tout un acide caché qui a de l'affinité avec l'eau, & la met en action ? Mais analyſons-en les effets avec plus d'exactitude.

255^e. EXP. Huit quintaux de limaille de fer d'Of-

L'acier ſuperſaturé avec excès de la matière de la chaleur, eſt intraitable. On peut lui enlever graduellement cette ſurabondance ſans diminuer ni augmenter la portion de phlogiſtique néceſſaire à ſa ductilité. Ces opérations ſe font tous les jours dans les travaux en grand ; il ne faut ni acides, ni alkali.

terby, humectés de quelques goutes d'eau, ont fait monter le thermomètre du 10^{e} au 17^{e} degré, ce qui prouve ſans doute une action réciproque (P).

256^{e}. EXP. Sur trois quintaux de la même limaille miſe ſur une ſoucoupe de porcelaine, j'ai verſé de

(P) Le fer a de la ſaveur, & cette propriété eſt un des moyens que j'emploie pour en connoître la qualité. L'habitude & l'attention m'ont acquis un degré de ſenſation qui n'eſt point équivoque. Mais il n'eſt pas néceſſaire de recourir à des ſels, comme je l'ai cru autrefois, pour démontrer l'effet de l'action de l'eau ſur le fer, & la chaleur qui réſulte du mélange d'eau avec la limaille. L'eau attire la chaleur avec une force d'attraction étonnante, & en eſt un des meilleurs conducteurs. L'eau dont on humecte la limaille de fer, ſeule ou combinée avec le ſoufre, ſaiſit la matière de la chaleur, rompt toutes les cellules ou pores qui la renferment, & déſunit par ce moyen l'agrégation des corps qui la contiennent. Elle a moins d'action ſur le phlogiſtique, elle ne le détruit que par le concours de l'air ou des ſels qui en produiſent. L'eau mêlée avec la limaille de fer dans l'expérience 255, qui a donné de la chaleur, & celle qui enflamme le ſoufre, mêlée avec le fer, agit dans cette occaſion comme dans l'extinction de la chaux calcaire, avec moins d'activité, il eſt vrai; parce que l'agrégation de la pierre calcaire eſt bien plus perméable à l'eau que celle du fer qui ne laiſſe de priſe à l'eau que par les ſurfaces.

L'atténuation du fer par l'eau qui le réduit en æthiops martial, procède du même effet. Mais comme il y a alors de l'eau en ſurabondance, la chaleur eſt inférieure au volume de l'eau. Il ne peut y avoir d'incandeſcence, & le fer privé d'une grande partie de la matière de la chaleur, conſerve ſon phlogiſtique qui n'a pu être détruit ni par l'air, ni par le feu en action.

Si l'on ſoutenoit la préſence d'un ſel quelconque dans le fer, d'où procède ſa ſaveur & l'action de l'eau, je dirois que ce ſel eſt une combinaiſon d'air & de matière du feu, à laquelle il faut rapporter uniquement l'action de l'eau ſur le fer, la chaleur qui en réſulte, & l'augmentation de poids de l'exp. 256.

La matière de la chaleur eſt la cauſe des ſaveurs, elle donne de la cauſticité aux ſels, & rend leur liqueur-mère incriſtalliſable. Leur déliquefcence n'eſt que la ſuite des rapports d'affinité & d'attraction de l'eau avec la matière de la chaleur.

l'eau qui s'eſt évaporée inſenſiblement à une température moyenne; la maſſe ſéchée a été triturée avec un pilon d'agathe, & humectée de nouveau. Cette opération a été répétée pendant 60 jours conſécutifs. Après ce terme, la limaille réduite en poudre noire étoit encore fortement attirable à l'aimant. L'on appercevoit quelques portioncules réduites en ocre jaune qui n'étoient point attirables. Le poids du total étoit alors de 371 liv. ce qui donne 23,7 d'augmentation par quintal.

257^e. EXP. L'on a mis 185 liv. docimaſtiques de la même limaille, avec 688 liv. d'eau dans une petite cucurbite qui contenoit 3200 liv. d'eau revenant à 4 pouces cubes. Un petit tube étoit adapté exactement à l'orifice de la cucurbite, & il étoit recourbé de façon que ſon autre bout entroit dans un autre tube plein de mercure, & dont l'ouverture plongeoit dans du mercure. Cet appareil étoit diſpoſé dans une température moyenne. Le troiſième jour le mercure commença à s'élever dans le tuyau, & le remplir juſques aux $\frac{2}{3}$. Mais le jour ſuivant après pluſieurs différentes oſcillations, il n'occupa plus que le tiers du tube, & il y reſta ſtationnaire deux mois entiers. Pendant ce temps, l'on obſervoit une ſorte de calcination qui ſe manifeſtoit par des particules ocracées. Après les deux mois écoulés, l'on a filtré l'eau par un papier, & cette eau ayant été éprouvée, elle n'a nullement changé la couleur du tournesol.

L'alkali phlogiſtiqué, ni la teinture de noix de galle n'y ont fait paroître aucun ſigne de la préſence du fer (A). La limaille réunie & ſéchée, peſoit 182 liv.

(A) Peut être que ſi l'on eût agité cette eau avec de l'air phlogiſtiqué, que la noix de galle auroit donné la couleur pourpre, violette ou noire. Le phlogiſtique ne ſe deplace que par l'impulſion de l'air atmoſphérique, ou celui extrait des ſubſtances.

elle formoit une poudre noire attirable à l'aimant, mêlée d'environ 3 liv. de parcelles ocreuſes. L'on appercevoit aux parois de la cucurbite quelques taches ocracées qui y étoient adhérentes.

Ces expériences prouvent que l'eau dans un vaiſſeau clos n'eſt pas ſans action ſur le fer; mais que l'air enfermé avec l'eau, a éprouvé une condenſation d'environ $\frac{1}{100}$; car le premier volume d'air étoit égal à 2528 liv. d'eau, & le ſecond à 2523 liv.

258^e. EXP. Trente-deux quintaux de fer crud d'Hallefors ſuperſaturé de phlogiſtique, mêlés avec 32 quintaux de ſoufre & 4 quintaux d'eau chaude, ont été placés ſur une aſſiette de porcelaine. Au bout de trois minutes, ce mélange exhaloit une fumée très-viſible qui ceſſa après 45 minutes de durée. La ſuperficie de la matière étoit rembrunie.

259^e. EXP. Pareille quantité de limaille de fer crud d'Huſaby, traitée de la même manière, a produit le même effet avec un peu plus de chaleur.

260^e. EXP. Le même poids de limaille de fer battu d'Oſterby, a produit après 15 minutes une fumée qui a duré cinq quarts d'heure. La chaleur a commencé à décroître après 45 minutes. La maſſe étant refroidie, étoit d'un jaune rembruni.

261^e. EXP. Un poids égal de limaille de fer battu de Norrberk caſſant à chaud, au bout de 12 minutes, a fait paroître de la fumée qui a été ſenſible pendant plus de cinq quarts d'heure. Le *maximum* de la chaleur n'a commencé à décroître que long-temps après la 45^e minute. La maſſe étoit noirâtre au dehors.

262^e. EXP. Même poids de limaille de fer battu de Braas caſſant à froid, a exhalé d'abord de la fumée qui a continué 75 minutes. Le plus haut degré de la chaleur a été après 45 minutes. La maſſe étoit d'un jaune rembruni.

Dans chacune de ces expériences qui ſe faiſoient enſemble

enſemble & dans le même lieu. Les maſſes ſe crevaſſoient ; mais aucune n'a produit de flamme, même celle qui exigeoit au moins une livre de fer.

Ces expériences préſentent une différence graduée, mais elles ne tournent pas à l'avantage de notre projet. Nous voulons détruire l'atteinte qu'elles nous portent en ſuivant une autre route.

(B) L'on ſait que le fer battu diſſous dans l'acide vitriolique produit le vitriol dans lequel les molécules ferrugineuſes ſont privées du principe inflammable réducteur. Lorſque l'on diſſout de nouveau ce vitriol, & que la diſſolution eſt expoſée dans un grand vaſe à l'air libre, l'on voit bientôt que la liqueur toute limpide qu'elle étoit, eſt troublée par des particules ochreuſes, & cet effet dure juſqu'à ce que la liqueur ſoit parvenue par pluſieurs criſtalliſations répétées à ne plus donner de criſtaux. Cette cauſe eſt expliquée ailleurs (*).

Il découle de ce fait un exemple très-lumineux d'une déphlogiſtication pouſſée au dernier terme.

L'exemple ſuivant fera connoître ce qu'il arrive dans un vaiſſeau clos, par le ſecours de la chaleur à l'eau bouillante.

263^e. EXP. Quatre quintaux de vitriol d'une belle criſtalliſation ayant été diſſous dans de l'eau, nous en avons empli le globe de l'appareil ci-devant décrit, lequel ayant été expoſé à une chaleur de 100 degrés, a enlevé à la liqueur moitié à-peu-près de ſon poids : enſuite l'autre moitié a été ſoutenue pendant un quart-d'heure à l'ébullition. Cependant la liqueur n'a plus fourni d'air, que la portion que contient ordinairement l'eau diſtillée, & cet air n'étoit nullement inflammable. La liqueur s'eſt troublée par de l'ochre

(*) Opuſcul. Vol. 1. Pag. 172.

qui s'eſt dépoſée avec abondance lorſqu'elle a été en repos. Il s'eſt dépoſé de la diſſolution du vitriol un pareil ſédiment jaunâtre ſans le ſecours de l'ébullition, mais ſeulement au 70 & 80 degré de chaleur ; dans ce cas, il ſe ſépare peu de choſe de la diſſolution. Il eſt donc bien évident que cette déphlogiſtication peut s'opérer ſans le ſecours de l'air par le ſeul effet de la chaleur, & qu'elle ne produit aucune partie d'air inflammable (R).

L'on connoît ſuffiſament ce qui réſulte de la diſſolution du fer battu de bonne qualité, précipitée par l'intermède de l'alkali. Celle du fer caſſant à chaud, produit les mêmes accidens ; mais la diſſolution du fer caſſant à froid, ſe montre avec un caractère différent.

264^e. EXP. Si l'on diſſout dans l'acide vitriolique du fer battu caſſant à froid, que l'on expoſe le vaſe contenant la ſolution, à l'air libre, après quelques heures, l'on appercevera des molécules blanches qui troubleront la liqueur, & ſe dépoſeront *inſenſiblement*. Il faut ſéparer d'abord ce ſédiment qui ſera ſuivi d'un autre qui tirera ſur le jaune. L'on accélérera cette ſéparation par l'effet du feu.

265^e. EXP. Ce ſédiment bien lavé & ſéché, conſerve ſa blancheur. Voici ſa manière d'être par la voie humide. Lorſqu'on le met dans les acides vitriolique, nitreux, muriatique, arſénical, & même peut-être avec tous les autres, il occaſionne une légère effervescence ; il ſe précipite de nouveau par l'effet de l'alkali

(R) Il n'eſt pas étonnant qu'une ſolution de vitriol de mars n'ait pas donné d'air inflammable, qui ne ſe produit que dans la diſſolution du fer par les acides. Cette ſéparation du phlogiſtique a été faite dans la compoſition du vitriol par la diſſolution de l'acide vitriolique ; & à meſure que l'eau abſorbe de la chaleur, elle dépoſe le fer en chaux privée du phlogiſtique réducteur.

fixe aéré, mais le phlogiſtiqué le colore en bleu. A peine l'alkali fixe ou volatil le diſſolvent-ils, à moins qu'il ne ſoit très-récent & encore humide.

266^e. EXP. Le même traité par la voie sèche, ſe montre avec un autre caractère. Par la calcination il ne perd pas ſa blancheur, avant & après il eſt inſenſible à l'aimant. Expoſé ſur un charbon, il ſe fond à la flamme du chalumeau de l'émailleur, ſous une couleur cendreuſe. En cet état, il ne ſe diſſout qu'avec beaucoup de peine dans les acides. Traité avec le borax & le ſel microſcomique (R), il s'y unit lorſqu'ils ſont en fuſion, & produit des globules vitreuſes de couleur brune; de même que la chaux de bon fer & de celui qui caſſe à chaud. Si pendant que le creuſet eſt ardent l'on y ajoute du nitre, auſſitôt le ſédiment blanc produit une fumée brune. Si l'on y verſe à pluſieurs repriſes de l'acide nitreux, la couleur blanche ſe change en roux rembruni.

267^e. EXP. Afin de pouvoir déterminer la quantité de bonne chaux, nous avons pris 255 liv. de ce même fer caſſant à froid. Après les avoir fait diſſoudre dans l'acide vitriolique, & par l'évaporation l'avoir réduit en criſtaux, dont nous avons obtenu 938 liv. ce vitriol a été fondu dans l'eau & précipité par l'alkali fixe, ſous la forme de chaux ferrugineuſe.

200 liv. de cette chaux miſe avec de la poudre de charbon dans un creuſet ont produit 116 liv. de régule lequel refondu avec le quart de ſon poids de chaux

(R) Sel eſſentiel d'urine. J'ai rendu le terme dont s'eſt ſervi l'auteur, par le mot françois. Mais en vérité les Chymiſtes devroient bien s'attacher à ne pas introduire dans leur langage des termes qui ne préſentent aucune idée de ce qu'ils expriment. La Chymie eſt déja aſſez obſcure par elle-même, ſans la rendre plus inintelligible par une néologie barbare, que je vois avec chagrin s'introduire dans tous les ouvrages modernes.

martiale provenant de fer de bonne qualité, a produit 116 liv. de régule d'une parfaite ductilité.

268^e. EXP. Ayant amaſſé du ſédiment produit par le procédé précédent, & provenant de la dernière leſſive qui étoit incriſtalliſable, après l'avoir deſſéché par l'évaporation & l'avoir calciné, il a pris une couleur rouſſâtre produite par l'effet de la chaux provenant de bon fer.

74 liv. de cette chaux révivifiée en métal, ont produit 40 liv. de régule, lequel ayant été refondu ſuivant l'uſage ordinaire avec de la chaux de bon fer, s'eſt trouvé diminué de 12 liv., & avoir acquis dans un très-grand degré la fragilité à froid.

Ces quatre dernières expériences prouvent clairement que la chaux blanche du fer, eſt la cauſe de ſa fragilité à froid. Nous concluons que cette chaux contient plus de phlogiſtique, que l'ordinaire qui eſt ou jaune ou d'un brun rouſſâtre; puiſqu'après l'*ignition*, elle ſe diſſout facilement dans les acides, même l'acéteux & le nitreux, (exp. 205. 247), & qu'étant traitée avec le nitre, elle donne des vapeurs rouſſes, & qu'étant imbibée pluſieurs fois d'acide nitreux, & enſuite rougie au feu, elle devient rouſſe, (exp. 266).

Cependant l'on voit clairement que cette chaux blanche qui ſe précipite après la première évaporation, & celle qui reſte dans la dernière leſſive, a beſoin d'une plus forte doſe de phlogiſtique réducteur, tant pour la ſoutenir plus long-temps dans les acides, & la faire criſtalliſer, que pour la révivifier en état de métal, (exp. 31. 32). Au ſurplus, nous n'avons pas étudié [illegible] la conſtitution de cette chaux, par l'impoſſibilité de faire ſur ce ſujet un plus grand nombre d'expériences (R).

(R) J'ai obtenu un ſédiment blanc des mines de fer ſpathique du Dauphiné; mais étant expoſé à l'air, il verdit, puis prend une couleur brune rouſſâtre.

(C) Afin de tenter la déphlogiſtication de la chaux de fer par les intermèdes les plus efficaces connus jusqu'alors, nous avons operé par la méthode ſuivante.

269e. EXP. Un quintal de fer battu d'Oſterby a été diſſous dans un vaſe de verre par l'acide nitreux ; enſuite la diſſolution a été deſſéchée par l'évaporation. L'on a remis du nouvel acide & deſſéché, & l'on a continué ces deux opérations alternativement juſqu'à ce qu'il y ait eu 28 quintaux d'acide abſorbés. Enfin, la maſſe a été deſſéchée au feu. D'abord, les vapeurs qui en ſortoient, étoient rouges & abondantes, & elles ont continué, juſqu'à ce qu'il y ait eu huit quintaux d'évaporés ; enſuite il n'en a plus paru de veſtiges : la gravité ſpécifique étoit 1,268.

Le réſidu avoit acquis le poids de 139 liv., ce qui demontre un accroiſſement de 39 liv. Il a été expoſé pendant dix jours conſécutifs avec de l'acide de ſel déphlogiſtiqué, après lequel temps il n'a pas été poſſible d'appercevoir aucun changement, ni dans ſa forme ni dans ſa couleur.

La fonte de fer caſſant à froid, qui reſte long-temps expoſée à un grand degré de chaleur, ſans communication avec l'air ni le phlogiſtique, paſſe de l'état de régule, à celui d'une ſubſtance blanche, filamenteuſe, ſouple, que j'ai nommée dans mes Mémoires, amiante ferrugineux. Cette ſubſtance diffère du précipité blanc que M. Bergman a obtenu, en ce que l'amiante ferrugineux n'eſt point ſoluble dans les acides ; mais il eſt ſuſceptible de révivification par un feu très-intenſe, & avec le concours du phlogiſtique réducteur.

Je ne peux être du ſentiment de M. Bergman ſur la nature de la chaux blanche, qu'il dit contenir plus de phlogiſtique que la chaux jaune ou brune du fer. Je penſe au contraire, qu'elle en contient moins, & c'eſt par cette raiſon qu'il lui en faut ajouter davantage pour la révivifier. C'eſt plutôt le principe de la chaleur qui domine dans cette chaux, que le phlogiſtique qui eſt le principe colorant dont elle eſt depourvue.

270^e. EXP. Nous avons traité par le même procédé un quintal de fer battu de Norrberk ; il en eſt réſulté les mêmes effets : le réſidu qui avoit acquis un accroiſſement de poids de 37 ½ liv. , a été de même mis avec l'acide du ſel marin déphlogiſtiqué.

271^e. EXP. Un quintal de fer battu de Braas caſſant à froid, tourmenté de même, a montré les mêmes accidens, tant avec l'acide nitreux, qu'avec l'acide muriatique déphlogiſtiqué. Le poids total du réſidu étoit de 140 liv.

Les réſultats des précédentes expériences, font aſſez ſentir, que quoique le fer perde ſouvent un peu plus que ſon phlogiſtique réducteur (exp. 263). cependant il n'a pu être dépouillé par les intermêdes employés juſqu'à préſent, du phlogiſtique coagulant, de façon à faire connoître ſon acide radical. Mais cette opiniâtreté ne m'effraie pas, un travail perſévérant briſe tous les obſtacles. Cherchons avec une application infatigable des moyens plus puiſſans, & peut-être pourrons-nous eſpérer de découvrir non-ſeulement l'acide radical du fer, mais encore celui des autres métaux.

SECTION XI.

Du Magnétiſme.

L'ANTIQUITÉ la plus réculée a reconnu l'empire du magnétiſme ſur le fer. Ne pourroit-on pas douter que ce métal fût le ſeul qui eût cette propriété? Le *Nicolo*, nickel (A), n'a pu être entièrement dépouillé de cette tendance, & même, lorſqu'il eſt bien puri-

(A) C'eſt mal-à-propos que l'on appelle Nicolo le régule de nickel, par une fauſſe alluſion à Nicolas ou Niclais, nom d'homme. Le mot Nickel répond à *pſeudo*, faux, & on l'a

fié, il exerce ſa puiſſance magnétique, enſorte qu'une moitié de ſon régule attire l'autre (*).

De plus, le cobalt & la manganaiſe ne perdent qu'avec beaucoup de peine l'affinité qu'ils ont avec l'aimant. M. Bergman nous apprend qu'il y a beaucoup d'autres ſubſtances qui ont de la tendance au magnétiſme.

Mais nous renvoyons à un autre temps les expériences néceſſaires pour examiner ces corps avec plus d'attention, afin d'accélerer celles qui ont plus de rapport à notre projet.

Nous ſavons que le fer battu, non-ſeulement eſt attirable par l'aimant, mais encore qu'il peut par pluſieurs moyens acquérir lui-même la même vertu. Nous voyons même qu'il y a pluſieurs eſpèces de mines de fer, ſur-tout parmi celles de Suède, qui ſont ſenſibles à l'aimant, ce qui a donné lieu à cette queſtion. Les mines de fer qui ſont attirables contiennent-elles du fer qui ait le caractère propre du fer battu, enfin y a-t-il du fer natif ? ce dont beaucoup doutent encore aujourd'hui (S)

---

appelé long-temps Kupfer-nickel, faux-cuivre; parce qu'on prenoit cette ſubſtance métallique pour une eſpèce de cuivre dénaturé. Ce Nickel a des rapports avec le fer par ſa propriété magnétique; mais il en diffère eſſentiellement par toutes ſes autres propriétés.

(*) Opuſcul. Vol. II. pag. 242.

(S) Il y a un très-petit nombre de mines de fer qui ne ſoient ſenſibles à l'aimant, excepté celles qui ſont totalement réduites en chaux par l'air & l'eau provenant de la diſſolution des pyrites. Mais il ne ſuffit pas qu'une mine de fer ſoit attirable à l'aimant pour déterminer à croire que le fer qu'elle contient ſoit dans l'état métallique. Toute mine de fer que l'on expoſe au feu entre des charbons ardens, contracte la propriété d'être attirable à l'aimant, quoiqu'elle ſoit dans un état pulvérulent, ſans avoir aucune des propriétés métalliques. La matière de la

Dans ce qui précéde, nous avons employé un moyen qui peut réſoudre ce problême (ſection III. A).

272^e. EXP. Un quintal d'æthiops martial totalement attirable & ſoluble dans les acides, ayant été mis dans un matras ſur le feu, avec de l'acide de ſel marin, n'a donné que trois pouces cubes d'air inflammable.

Ceci prouve que tout fer attirable, non-ſeulement n'a pas les propriétés du fer battu, mais auſſi qu'il diffère beaucoup du fer crud : c'eſt pourquoi le nom de fer natif ne convient à aucune eſpèce de mine attirable à l'aimant, & même l'aimant naturel ne contient peut-être jamais du fer parfait, ce qui eſt confirmé par l'expérience ſuivante.

273^e. EXP. De l'æthiops martial imbibé d'huile de lin, en quantité ſuffiſante pour pouvoir le pétrir & en former un parallélipipede, lequel ayant été deſſéché par une lente & douce chaleur, a été placé entre les poles de deux aimants naturels garnis de leurs armures. Après un certain temps écoulé, nous avons reconnu que cet æthiops avoit acquis la vertu magnétique.

Nous ſavons que l'ochre bouillie dans de l'huile, étoit devenue très-attirable ; mais à peine & à grande peine même, le fer contenu dans l'ochre peut-il par ce moyen recouvrer un ſupplément de phlogiſtique

---

chaleur ne l'a pas aſſez pénétré, pour la conſtituer métal. Il ſuffit qu'elle ait reçu une première impreſſion du phlogiſtique pour être ſenſible à l'aimant ; & l'aimant lui-même qui eſt un genre de mine de fer, n'eſt nullement dans l'état métallique.

Quoique en général le fer, & plus particulièrement l'acier ſoient ſuſceptibles d'acquérir la propriété magnétique ; il y a des qualités d'acier qui ſont bien plus faciles à aimanter les unes que les autres ; j'ai vu des Phyſiciens ne pouvoir venir à bout de tranſmettre la vertu magnétique à une ſorte d'acier ; tandis qu'ils rendoient d'autres très-puiſſans.

néceſſaire pour lui reſtituer complétement ſa forme primitive. Il en arrive autant à l'ochre mélangée avec du verre, de la craie, du plâtre, de la poudre de charbon, ou avec toute autre matière dont on fait uſage pour luter les vaiſſeaux qui ſont expoſés à une longue & vive chaleur, crainte qu'ils ne fondent; alors il eſt évident que l'ochre tire de la décompoſition de la matière de la chaleur, du phlogiſtique qui la rend attirable; mais l'on ne peut guère eſpérer une parfaite réduction par la voie de la fuſion, ſans ajouter du principe inflammable.

Si dans l'expérience qui a été ci-devant décrite, on ſature l'huile d'une ſuffiſante quantité de plomb, il ſuffit pour sècher la maſſe, de l'expoſer à ſix pieds de diſtance du feu, alors tout le travail peut s'exécuter en cinq heures de temps (*).

Ces faits nous forcent de convenir, que pour que le fer obéiſſe à l'attraction de l'aimant, il a beſoin d'une certaine doſe de phlogiſtique, mais bien moindre que celle qui lui eſt néceſſaire pour acquérir la métalléité complete.

Il nous paroît au reſte, que l'on ne peut plus douter que les phénomènes du magnétiſme procèdent d'un certain fluide très-ſubtil. Il faut chercher ſoigneuſement les regles de ſon mouvement & de ſon action.

Des expériences connues & publiées, démontrent

(*) Voici la méthode dont s'eſt ſervi le Docteur Knigth pour compoſer des aimans ſi puiſſans, qu'étant poſés ſur une table, ils ſe dirigeoient d'eux-mêmes au méridien du lieu. Mais au lieu d'æthiops martial, il emploie de la poudre très-fine d'acier, préparée avec de la limaille d'acier introduite dans un tube de bois avec de l'eau fortement agitée pendant long-temps. Ce travail eſt très-rebutant.

Cel. Wilſon a publié ce procédé dans les tranſactions philoſophiques, année 1779.

que le magnétiſme a une analogie & un rapport ſurprenant avec le fluide électrique (1. *).

Ce que nous allons dire ſur ce ſujet, mérite la plus grande attention.

Nous avons obtenu du colcotar de vitriol, une terre blanche très-attirable à l'aimant (V), ſans y employer l'acide vitriolique, comme Lémeri (2*), ni l'acide nitreux, comme Muſchenbrock (3.*)

Tels ſont les progrès que nous avons faits juſqu'alors dans l'analyſe du fer; & quoique ce travail ſoit encore très-imparfait, nous oſons eſpérer qu'il pourra ne pas être inutile, pour fonder & appuyer une théorie naturelle, ni infructueux pour éclairer & perfectionner la pratique des grandes manufactures.

Il ne nous reſte actuellement qu'à faire la comparaiſon de nos expériences avec celles des autres ſavans, qui, pour la plupart, ont employé diverſes ſortes de procedés. Mais les bornes d'une diſſertation académique, que nous avons déja beaucoup paſſées, nous forcent de nous arrêter ici. Nous citerons cependant en paſſant, quelques-unes des plus importantes qui jettent un grand jour ſur les inductions que nous

(1. *) Cel. Æpin. Eſſais ſur la théorie de l'électricité & du magnétiſme.

(V) L'on trouve de l'aimant naturel de couleur blanche. M. Bergman ne donne point ici le procedé par lequel il tire du colcotar cette terre blanche attirable à l'aimant, & qui diffère, à ce qu'il paroît, eſſentiellement de celle que ce ſavant dit avoir tirée du fer caſſant à froid, laquelle n'eſt point attirable à l'aimant, même après la calcination. Mais ſi cette dernière calcination a été faite ſans le contact immédiat des charbons, il ne ſeroit pas étonnant que le précipité blanc n'eût pas acquis la propriété d'être attirable.

(2. *) Mémoires de l'Académie des ſciences de Paris.

(3. *) Diſſertation ſur l'aimant.

avons tirées, & confirment nos conclusions. Telles sont celles du célèbre Réaumur, lequel en cémentant du fer crud & de l'acier dans du safran de mars, a trouvé que la superficie devenoit ductile, & nous sommes venu à bout avec ce safran de mars, de convertir toute la masse par la fusion.

Ce très-ingenieux Physicien a obtenu un adoucissement un peu moindre, il est vrai, par le moyen de la craie, de la chaux vive, des sels fixes alkalins & plusieurs autres matières. Il a fait sur cet objet, un très-grand nombre d'autres expériences toutes dignes d'attention, & les a répétées avec le plus grand soin pour parvenir à la connoissance des vraies causes (*).

D. Rinman a découvert que le fer crud superfaturé de phlogistique, après avoir été cémenté avec de la poudre de pierre calcaire, étoit soluble dans l'acide nitreux, sans laisser de résidu. Il assure qu'il est parvenu à décomposer de même la plombagine sans aucune fusion; mais seulement en tenant le fer rouge pendant 14 jours consécutifs dans des vaisseaux parfaitement scellés. Il a observé que le fer battu de Grangen, s'étoit couvert d'une croûte calcinée facile à détacher avec le marteau; qu'il avoit perdu plus de $\frac{32}{100}$ de son poids, & qu'il étoit devenu plus fragile qu'auparavant: que le fer ductile avoit perdu par le même procédé plus de $\frac{22}{100}$, sans avoir égard au caractère du fer qui en est résulté: que l'acier préparé par le corroyement, avoit perdu $\frac{21}{100}$, & celui fait par la cémentation, $\frac{24}{100}$, le fer crud bon $\frac{26}{100}$, & avoit acquis à l'extérieur la qualité du fer ductile; qu'ayant cémenté le même avec de la poudre d'os calciné, il s'est de même radouci à la superficie; mais, qu'il n'avoit perdu que $\frac{15}{100}$ de son poids (*).

(*) L'art d'adoucir le fer fondu.

(*) Traité suédois qui a pour titre Anledning, tel Kunskap, om grofvare, jarn-och, Stal-foradling.

Nous regrettons beaucoup que ce grand Maître dans l'art de traiter le fer, n'ait pas encore publié l'hiſtoire de ce métal, laquelle comprendra ſans doute une immenſe quantité d'obſervations & d'expériences de la plus grande importance, pour connoître la nature de ce métal.

Tout récemment, Ch. Meyer a décrit dans les actes de l'Académie de Berlin, diverſes expériences qui jettent beaucoup de jour ſur la nature du fer. Il a obſervé que le fer ductile fondu de nouveau avec de la poudre de charbon, augmentoit de poids. Dans notre expérience N°. 107, nous avons trouvé au contraire une diminution, laquelle ſans doute procède de quelque cauſe particulière. Par le procédé que nous avons employé, le régule a paru brûlé à ſa ſuperficie. L'expérience n'a été tentée qu'une ſeule fois; mais le docteur Meyer a répété pluſieurs fois la même expérience ſur de plus grandes maſſes, & conſtamment il a obtenu une augmentation de poids dont nous ne doutons point, quoiqu'il contrarie nos corollaires, juſqu'à ce que dans un moment de loiſir nous puiſſions nous livrer de nouveau au même travail (V).

Nous paſſons ſous ſilence d'autres expériences de divers ſavans, parce qu'elles ont un rapport moins direct à celles qui compoſent l'enſemble de cette diſſertation.

(V) L'obſervation de l'Auteur prouve en faveur de notre ſentiment ſur toutes les opérations & les eſſais, combien il eſt dangereux d'opérer ſur des minicules, & combien l'on doit plus de confiance à des opérations faites ſur des maſſes conſidérables qui détruiſent l'illuſion microſcopique, & fondent des baſes ſolides de théorie & de pratique dans les arts.

APPENDICE,

CONTENANT

Des Obſervations particulières du Traducteur.

J'AI cru qu'il ſeroit très-avantageux de réſumer les nombreuſes expériences répandues dans la diſſertation de M. Bergman, de les concentrer dans des tableaux, pour que d'un coup d'œil on puiſſe juger les rapports & les oppoſitions ; enfin, en tirer les conſéquences qui doivent en réſulter.

Je me ſuis fait une loi de laiſſer dans le cours de la traduction, chaque choſe à la place aſſignée par l'auteur, & d'y laiſſer ſubſiſter les poids & les meſures de Suède. Mais dans cet extrait, j'ai converti tout ce qui en étoit ſuſceptible, en poids de marc & en meſure du pied-de-roi, obligation indiſpenſable que doit remplir tout traducteur, s'il veut être utile.

Nous avons pluſieurs excellens mémoires de feu M. Jars, ſur les forges de Suède & d'autres royaumes dans leſquels il a voyagé aux frais du Gouvernement. L'Académie a publié la traduction de Swedenbord, médecin ſuédois, qui a donné une deſcription de divers travaux du fer. J'ai voulu inutilement puiſer des connoiſſances dans ces auteurs ; j'ai toujours été arrêté par les meſures & les poids qu'ils ont laiſſé ſubſiſter avec les dénominations & les valeurs uſitées en Allemagne, en Saxe, en Pologne, en Suède, en Ruſſie & en Angleterre. Quelle lumière peut tirer un maître de forge, françois, de la lecture

d'un ouvrage dans lequel l'auteur lui annonce que l'on fait de bonne ſonte, en employant dix koppers de minerai, avec trois fuders de charbon, & qu'un fourneau peut en produire par jour neuf ſchiffunds? Rien n'eſt plus facile que d'éviter ces bigarures, & ces monſtruoſités dégoûtantes.

Il faut que ceux qui voyagent pour acquérir des connoiſſances, afin de les tranſmettre, ayent avec eux des matrices juſtes des meſures & des poids de leurs pays, pour les comparer avec les meſures étrangères, & qu'ils ne s'en rapportent qu'à eux pour les réductions. Dans un même royaume, les meſures & les poids varient à l'infini; & quel eſt le royaume où ces caricatures ſoient plus multipliées qu'en France? Dans la ville ſeule de Grenoble en Dauphiné, il y a cinq poids différens, trois aulnes & deux pieds. J'ai beaucoup parcouru nos différentes provinces, d'abord de mon propre mouvement & pour mon inſtruction, enſuite par ordre du Gouvernement. J'ai toujours avec moi un néceſſaire qui n'eſt pas celui d'un petit-maître. Il renferme une bouſſole, un thermomètre, un calibre avec des diviſions très-multipliées, un hydromètre, un étui complet de mathématique, un marc de quatre livres avec ſa balance qui ſert auſſi de balance hydrauſtique, un trébuchet pour des eſſais, une romaine qui porte près d'un quintal, & qui tient dans une tabatière, des acides de tous les genres, des diſſolutions métalliques, des alkalis, des limes, des burins, des loupes, un aimant, &c. Tout ce néceſſaire phyſique eſt contenu dans un demi-pied cube qui lui ſert d'étui. Dans tel lieu que j'arrive, je peux opérer, ſans recourir à de mauvais inſtrumens, & à des poids & meſures dont je ne connois pas la valeur ni la juſteſſe, & le rapport avec les meſures fondamentales qui doivent être unes, comme la monnoye & la livre de convention

pour les comptes. L'on a plusieurs fois sollicité la réduction des poids & mesures à l'unité. Ces velléités ont expiré en naissant. Les gens honnêtes & sensés le desirent & en connoissent la nécessité, les frippons s'y opposent. Les gens qui n'ont qu'une opinion parasite, disent que cela n'est pas possible. Je crois que cette opération est aussi facile, & plus nécessaire, que d'accorder tous les violons de l'Europe, sur l'*ut* ou le *sol* de l'opéra, au moyen d'un diapazon d'acier, ou d'un sifflet. Mon zèle m'a fait faire une excursion : je reviens à mon sujet.

Le premier tableau présente le résultat de cent seize expériences, pour connoître la quantité d'air inflammable, & les degrés de chaleur, produits par les dissolutions du fer, en ses divers états, dans les trois acides minéraux. J'ai rangé distinctement les fers ductiles, les cassants à chaud, les cassants à froid, pour aider l'observateur.

Ce tableau est composé de six colonnes principales. La première réunit trois lignes perpendiculaires de chiffres qui indiquent les N^os^. des expériences de M. Bergman, & qui correspondent aux acides employés. Les différentes sortes de fonte, fer & acier, sont énoncées dans la seconde colonne. La troisième est divisée en deux séries de chiffres. La 1^re^. désigne les pouces cubes d'air, produits par l'acide vitriolique, la 2^e^. désigne la durée des dissolutions par minutes. La quatrième colonne est composée comme la précédente, pour marquer les effets de l'acide marin. La cinquième donne le nombre de pouces cubes d'air produit par l'acide nitreux. La sixième enfin, désigne les degrés d'ascension du thermomètre, qui annonce la chaleur produite par la dissolution du fer dans l'acide nitreux.

Je dois prévenir que tout est divisé & exprimé en décimales : ainsi, lorsqu'il est dit à la colonne de

l'air inflammable 56,9. Ces chiffres expriment 56 pouces cubes d'air, & 9 dixièmes d'un pouce cube; enſorte que par tout, le dernier chiffre à droite qui eſt ſéparé par une virgule, marque des dixièmes de pouces cubes, ou de degrés, ou de livres, ou grains, ſuivant les différens objets dont il eſt queſtion.

PREMIER TABLEAU des expériences qui font noître par la diſſolution du fer dans les trois acides minérau quantité de pouces cubes d'air inflammable, contenu dan grains de fer, dans différens états, & les degrés de chaleur réſultent dans l'acide nitreux ſeulement. Le tout réduit au & meſure de Paris, en obſervant rigoureuſement le rappo ceux de Suède.

N°s. des Expériences.	Sortes de Fonte, Fer & Acier. Fer doux ductile à chaud & à froid.	Air inflammable. Acid. vitriol. Pouces. Min.	Acide marin. Pouces. Min.	Ac. nit. Pouces.	C D
1.34. 65.	Fonte noire de Leufſtad.	56,9..45..	56,9..40..	43,6..	2
2.35. 66.	Fonte griſe de Leufſtad....	51,6..45..	51,6..30..	38,3..	1
3.36. 67.	Fer de Leufſtad.....	66,1..15..	66,1..10..	39,7..	6
4.	Fer de Leuſtad fait dans un creuſet.....	67,7..25..			
5.37. 70.	Fonte d'Akerby.....	50,2..50..	50,2..30..	34,4..	
6.38.	Fer d'Akerby.....	63,5..15..	63,5..10..		
71.	Le même dans l'eau tiède.			38,3..	
72.	Le même dans l'eau chaud.			26,4..	
73.	Le même dans l'eau bouillante.....			19,7..	
7.39. 68.	Fonte d'Ullfors.....	54,2..45..	54,2..25..	39.7..	
8.40. 69.	Fer d'Ullfors.....	66,1..15..	66,1..10..	39,7..	
9.	Fer d'Ullfors, avec le double d'acide vitriolique.	66,1..15..			
10.	Le même diſſous à l'eau tiède.....	66,1.....			
11.41. 74.	Fer d'Oſterby.....	63,5..15..	63,5..10..	23,8..	
75.	Le même à la chaleur de l'eau tiède.....			31,7..	
12.43.	Acier cémenté du fer d'Oſterby.....	60,8..15..	68,8..10..	23,8..	

Nos. des Expériences.	Sortes de Fonte, Fer & Acier. Fer doux ductile a chaud & à froid.	Air inflammable. Acide vitriol. Pouces. Min.	Acide marin. Pouces. Min.	Ac. nitr. Pouces.	Cl D
13.	Acier d'Osterby trempé.	60,8.. 30..	68,8. 10..		
14.44.	Fonte de Formark.....	52,9.. 55..	52,9.. 25..		1
15.45.	Fer de Formark.....	67,5.. 15..	67,5.. 10..		7
16.46.	Acier de Formark, recuit ou trempé.....	63,5.. 10..	93,5.. 10..		5
20.50. 76.	Fonte d'Hallefors noire..	63,5.. 15..	63,5.. 10..	43,6..	1
21.51.	La même refondue dans un creuset.....	56,9.. 45..	56,9.... 5..		2
77.	La même à l'eau tiède...			39,7..	
78.	La même à l'eau bouillante.....			37;0..	
79.	Fonte d'Hallefors blanche, à l'eau tiède.....			45.....	
80.	La même à l'eau bouillante.....			42,3..	
	Fer cassant à chaud.				
26.55.	Fer de Norrberk.....	63..... 10..	63..... 10..		7
81.	Le même à la chaleur de l'eau tiède.....			25.....	
82.	Le même à l'eau bouillante.....			18,5..	
	Fer cassant à froid.				
17.47.	Fonte de Brattfors.....	54,2.. 20..	54,2.. 10..		2
18.48.	Fer de Brattfors.....	67,5.. 10..	67,5.. 10..		6
19.49.	Fer natif de Sibérie.....	47,6.. 240.	64,8.. 70..		
22.52.	Acier d'Angleterre refondu.....	59,5...12..	59,5.... 5..		6
23.53.	Acier cémenté de M. Quist.....	60 8.... 6..	60,8.... 4..		5
24.	Fonte d'Ingelvick, avec manganaise.....	54,2,.. 90..			
25.54.	Acier d'Ingelvick.....	62,2.. 15..	62,2.. 10..		
27.56.	Fer de Grangen.....	67.5.... 8..	67,5.... 4..		
28.57. 83.	Fonte d'Husaby.....	63,5.. 30..	63,5 45..	34,0.	
29.58.	Fer d'Husaby.....	66;1.... 6..	65,1.... 4..		6

N°s. des Expériences.		Sortes de Fonte, Fer & Acier. Fer cassant à froid.	Air inflammable. Acide vitriol. Pouces. Min.	Acide marin. Pouces. Min.	Ac. nitr. Pouces.	Chal Deg
30.59.	84.	Acier cémenté d'Hufsaby.	58,2,..25..	58,2...20..	42,3...	40,
	85.	Le même à l'eau bouillante.....			39,7,..	
31.60.		Fer de Braas.....	68,8..25..	68,8.....4..		68,
32.61.		Rendu ductile par la pierre calcaire.....	63,5..20..	63,5.....8...		68,
33.		Rendu cassant par le safran de mars.....	68,8..20..	68,8.....8..		80,5
	62.	Rendu ductile par le charbon.....		59,5...45...		
	63.	Fonte de Braas refondue avec du verre.....		59,5...50..		57,7
	64.	La même fondue avec du plomb calciné.....		56,9.120..		
	160.	Acier de Daly, chargé de manganaise.....				42,6
	170.	Acier fait par la simple fusion.....				47,4
272.	171.	Æthiops martial.....	3,2.....,....			0,6
	172.	Terre calcaire.....				6,5
	173.	Chaux vive.....				77,1

L'on voit par les trois derniers produits, que la terre calcaire contient bien peu de chaleur, & combien elle est susceptible d'en recevoir par le feu qui la réduit en chaux, puisqu'elle en contient treize fois plus, que lorsqu'elle est naturelle. L'æthiops martial est dans l'état de la pierre calcaire. L'eau lui a enlevé sa chaleur principe, il ne lui en reste qu'une très-foible portion, à la faveur du peu de phlogistique qu'il a retenu, & qui lie encore quelques unes de ses parties.

Je vais donner dans un second tableau, un résumé général des termes moyens du produit des nombreuses expériences présentées dans le précédent tableau, tant de l'air inflammable & nitreux, que de la chaleur extraite du fer dans ses divers états, par l'intermède des acides.

SECOND TABLEAU.

N°s.	Divers Etats du Fer.	Air inflammable. Pouces. Min.	Pouces. Min.	Pouc.	Chaleur Degrés.
..1..	Fonte de fer doux.	53,1..48..	53,1..30..	39,9.	28,0..
..2..	Fonte de fer caſſant à froid.	59,9..27..	58,9..17..	34,6	11,0.. 21,0..
..3..	Fer ductile.	65,5..17..	65,5..10..	35,5.	697..
..4..	Fer caſſant à chaud.	63,0..10..	63,0..10..	25,0.	717....
..5..	Fer caſſant à froid.	67,5..12..	67,5.....5..	43,6.	69,4..
..6..	Acier recuit ou trempé.	63,1..16⅔..	63,1..10..	42,3.	53,1..
..7..	Fer natif de Sibérie.	47,6..240.	64,8..70.		
..8..	Æthiops martial.	3,2.....			0,6..
	Termes moyens & généraux, en exceptant le fer natif de Sibérie, & l'æthiops martial.	61,8..21⅓..	61,8..13..	36,8.	54.....

L'on voit par le tableau de ces diſſolutions, que le fer produit rigoureuſement autant d'air inflammable dans l'acide vitriolique, que dans le muriatique, reſpectivement à ſes différens états; & ſi M. Bergman ne méritoit pas une confiance auſſi abſolue, l'on ſeroit tenté de croire qu'il y auroit eu quelques diſparités dans un ſi grand nombre d'expériences qui ont varié en plus ou en moins, dans chaque eſpèce, rélativement à la durée de l'action.

L'acide nitreux a produit une bien moindre quantité d'air nitreux, que les deux autres acides, & cette différence eſt en rapport, en général, 37 : : 60. Ce qui procède ſans doute de ce que les acides vitriolique & muriatique contiennent une plus grande quantité de phlogiſtique, que l'acide nitreux; & que ce dernier en abſorbe qui ſe combine avec lui.

Quoique l'acide vitriolique & l'acide marin pro-

duiſent autant d'air inflammable l'un que l'autre, ils agiſſent ſur le fer en des temps très-inégaux, ce qui prouve une action ou une affinité plus particulière de l'acide marin, laquelle eſt en rapport avec celle de l'acide vitriolique, 13 :: 20,2.

L'on voit que le fer natif de Sibérie s'eſt très-écarté du réſultat des différentes ſortes de fer fabriqué par l'art. 1°. Il donne moins d'air inflammable qu'aucun état du fer. 2°. Il en donne plus dans l'acide marin que dans le vitriolique. Ce dernier le diſſout très-lentement & très-difficilement.

Nous croyons que ces différences procèdent de la combinaiſon du fer natif de Sibérie, qu'il contient des parties vitrifiées qui enveloppent les molécules ferreuſes, & que c'eſt plutôt une eſpèce de récrement, qu'un métal. L'on voit que le fer réduit en æthiops martial, n'a produit que trois pouces d'air; parce qu'il a ſouffert une décompoſition par l'eau qui lui a enlevé une grande partie de ſon phlogiſtique, comme je l'ai obſervé précédemment.

Pour rendre plus ſenſible le produit des expériences de M. Bergman, & faire connoître quel eſt le rapport en volume & en poids de l'air inflammable que produit le fer dans chacun de ſes états, j'ai fait un travail qui pourra n'être pas inutile aux progrès de la Phyſique. Je vais le réduire en un tableau, pour voir ces rapports ſous un coup d'œil; j'en tirerai enſuite les conſéquences qui en découlent.

Troiſième tableau qui préſente le poids abſolu d'un pouce cube de fer dans ſes différens états, ce que ce pouce cube de fer produit de pouces cubes d'air inflammable mis en rapport avec le poids ſpécifique du fer qui l'a produit; le tout calculé en grains du poids de marc, & au pouce du pied-de-roi. M. Prieſtley aſſurant que l'air inflammable eſt égal en peſanteur avec l'air atmoſphérique ordinaire, j'ai ſuivi cette donnée, & le rapport de l'eau avec l'air, comme

1::1000. J'ai pris pour terme de comparaiſon la fonte d'Hallefors diſſoute dans l'acide nitreux, expérience 34; & je vais rapporter le produit à l'acide vitriolique par comparaiſon du produit de ces deux acides qui ſont en rapport comme 40 :: 56. Et comme la fonte blanche donne 45 pouces cubes d'air nitreux par quintal de marc, néceſſairement elle en donne dans l'acide vitriolique, 63 pouces; d'où ſuit cette formule, 40, 56 :: 45 : 63.

A l'égard des fontes griſes & noires, nous avons pris leur produit d'après les expériences 1, 2, 34 & 35.

TROISIÈME TABLEAU.

Nos.	Différens Etats du Fer.	Poids d'un Pouce cube.	Pouces cubes d'air inflammable.	Poids total de l'air inflammable.	Rapport du poids de l'air avec celui du Fer.
					Centième.
1	Fonte blanche.....	2418.	1333,6.	497,2.	$\frac{1}{5}$+14.	20,1..
2	Fonte griſe.....	2589.	1535,9.	573,3.	$\frac{2}{9}$—21.	22,0..
3	Fonte noire.....	2730.	1553,6.	579,9.	$\frac{2}{9}$—26.	21,2..
4	Fer ductile.....	2910.	1903,1.	710,4.	$\frac{1}{4}$—17.	24,6..
5	Fer caſſant à froid.	2908.	1156,8.	631,1.	$\frac{1}{4}$+5.	25,2..
6	Fer caſſant à chaud.	2899.	1826,3.	624,0.	$\frac{2}{9}$—20.	21,7..
7	Acier ordinaire....	2914.	1771,7.	661,4.	$\frac{2}{9}$+14.	22,6..
8	Le même acier trempé.....	2910.	1762,2.	659,0.	$\frac{2}{9}$—13.	22,64
9	Acier anglois fondu & battu.....	2924.	1739,7.	649,9.	$\frac{2}{9}$—$\frac{1}{10}$.	22,2..
10	Le même acier trempé.....	2918.	1736,2.	648,0.	$\frac{2}{9}$+ 0.	22,8..

Ce troiſiéme tableau offre pluſieurs objets d'obſervation ſur chacun deſquels il convient de faire des reflexions.

En général, on voit au premier coup d'œil, que le fer en état d'acier eſt le plus peſant, ſur-tout lorſqu'il eſt corroyé & non-trempé, Nos. 7 & 9; car alors, il devient plus léger, ſpécifiquement 8 & 10.

Le fer ductile paroît enſuite le plus peſant des fers forgés ordinaires ; celui caſſant à froid, un peu moins peſans & celui caſſant à chaud, eſt le plus léger de ces trois ſortes. Il diffère aſſez notablement du poids ſpécifique des deux autres.

J'obſerve qu'il s'eſt ſans doute gliſſé un erreur dans le poids du fer ductile de deux ſortes, de Brattfors & d'Oſterby, qui ſont donnés pour être bien plus peſans, que celui de Leufſtad, qui eſt de même caractère. Nous ſommes aſſurés que le fer caſſant à froid, eſt plus peſant que le fer ductile.

Enfin, la fonte eſt infiniment plus légère que le fer & l'acier, & elle eſt d'autant plus légère, qu'elle eſt plus blanche & moins chargée de phlogiſtique. Sa peſanteur augmente à meſure qu'elle acquiert de la denſité par l'épurement de ſes parties conſtitutives, & que ſe chargeant de phlogiſtique, elle ſe rapproche plus de l'état du fer battu. Voyez la note K, page 100.

Le poids de la fonte de fer diffère infiniment plus dans ſes trois ſituations, que le fer ; puiſque la blanche diffère de 171 de la griſe, & celle-ci de 141 de la noire ; c'eſt-à-dire, de celle qui eſt ſuperſaturée de phlogiſtique. Cette dernière diffère de 169, du fer caſſant à chaud ; ce qui établit une gradation de différence qui eſt à très-peu de choſe égale entre la fonte & le fer battu, qui eſt le régule de fer, c'eſt-à-dire, du fer ſouvent criſtalliſé en gros criſtaux taillés en rhombes. C'eſt la fonte qui n'a pas aſſez de phlogiſtique pour être parfaitement ductile, & qui en a aſſez pour lui donner un commencement de tenacité.

La différence du poids de la fonte merite une ſérieuſe attention pour l'uſage qu'en fait l'artillerie : car un boulet du calibre des pièces de 48, qui a 6 pouces 10 lignes $\frac{3}{8}$ de diamètre, lequel doit peſer 48 liv., coulé avec de bonne fonte griſe : ſi ce boulet eſt coulé avec de la fonte blanche, il ne peſera que 44,6;

au lieu que s'il eſt de fonte noire, il peſera 50,6. La différence totale ſeroit de 6 liv., indépendamment des ſoufflures auxquelles la fonte blanche eſt non-ſeulement ſujette ; mais même au point de ne pas fermer le jet de la coulée.

L'on trouve dans un mémoire ſur la forge de la Noue-en-Bretagne, un procédé par lequel l'auteur prétend que l'on peut boucher une coulée creuſe, en renverſant les coquilles, ou le moule du boulet, un inſtant après qu'il eſt coulé, pour que la fonte qui eſt encore fluide au centre, vienne remplir le vuide. Il ſeroit ſans dôute mieux de l'abreuver de nouvelle fonte ; mais ce moyen indiqué eſt inſuffiſant, parce que la fonte, quoique encore fluide, ne ſe ſoude point avec celle qui eſt figée. Ce procédé eſt ſûr pour faire des boulets creux, & pour tromper le Roi. Les commiſſaires chargés du rapport de ce mémoire, ont gliſſé ſur cette bévue, & l'ont deſtiné à l'impreſſion. Cette inégalité de poids ſous le même volume, produit des erreurs dans le tire des piéces. J'ai plus étendu cette obſervation dans mes Mémoires de Phyſique.

Examinons ſi la fonte de fer dans ces trois états différens, produit dans chacun une quantité d'air inflammable proportionnée à ſon poids ſpécifique. La fonte blanche N°. 1^er^, en donne plus d'$\frac{1}{7}$ de ſon poids 20,1. La fonte griſe en donne moins de $\frac{2}{9}$ 22,0 & plus que la fonte griſe qui n'en produit que 21,2 le tout pris en général ; car dans le particulier, la fonte noire de fer ductile, produit plus d'air inflammable, Exp. 1^re^., que la fonte griſe de même qualité, Exp. 2^e^. Mais toutes les fontes de fer caſſant à froid, en ont donné infiniment plus que celles des fers ductiles, tableau 2^e^, page 131. M. Bergman a démontré aſſez palpablement par les expériences 86, 87, 88 & 89, rappelées pag. 27, que le phlogiſtique du fer dans ſes différens états, eſt en propor-

tion du volume de l'air inflammable que chaque ſorte produit. Il n'a employé qu'une eſpèce de fonte dans ces expériences du fer ductile, du caſſant à froid & de l'acier. Je rapporterai ces expériences à l'article du fer : il paroît cependant que la marche de la fonte n'eſt pas la même, puiſque la fonte ſuperſaturée de phlogiſtique, a moins produit d'air inflammable que la griſe, même que la blanche : ce qui ſemble prouver que l'air produit par les diſſolutions, peut être plus ou moins chargé de phlogiſtique, & que le volume d'air peut procéder de la différence de l'accès du diſſolvant ſur le métal ; ce qui eſt démontré par l'effet de l'acide nitreux qui en produit infiniment moins que ceux du vitriol & du ſel marin. La quantité d'air & de phlogiſtique dépendent donc auſſi de la nature de l'acide qui agit, ayant égard à chaque ſorte de fer qui eſt ſoumis à ſon action.

La fonte de fer produit beaucoup d'air inflammable ſans le ſecours des acides. Je vais rapporter des faits d'expériences dans les fonderies des forges, qui jetteront du jour ſur ce point de phyſique.

Dans les fourneaux où l'on coule beaucoup de moulerie en terre, l'on place les moules dans la foſſe à couler ; on les range les uns à côté des autres ; on les affermit avec du ſable très-légèrement humide que l'on preſſe fortement. Il y a quelquefois dans la même foſſe trente moules qui ſont éloignés entre eux de 2 à 3 pouces. Lorſque l'on a coulé une ou deux pièces, la fonte ardente échauffe vivement le moule voiſin qui ſe trouve tout-à-coup rempli d'air inflammable, quoiqu'il n'y ait aucune communication entre eux. On détruit cet air, en approchant des orifices un morceau de bois allumé ; alors il ſe fait une ſubite détonnation, & quelquefois pluſieurs ſucceſſives qui ſont d'autant plus violentes que les pièces coulées ont plus de volume. Il eſt néceſſaire de prendre cette

précaution, pour que l'exploſion ne ſe faſſe pas au moment auquel on introduit la fonte dans le moule; ce qui feroit éclater ſa chappe, & formeroit une flamme trop conſidérable, qui incommoderoit les fondeurs. Lorſque tout eſt coulé, il ſe fait des fentes dans le maſſif du ſable de la foſſe, d'où il ſort une flamme ſemblable à celle de l'eſprit-de-vin. Il en ſort auſſi des commiſſures des châſſis dans leſquels on coule des pièces moulées en ſable.

La fonte de fer produit de l'air inflammable ſans détonnation, & très-abondamment. Lorſque je faiſois couler à découvert ſur une couche de ſable, une pièce de fonte conſidérable, ſoit par ſon étendue, ſoit par ſon épaiſſeur, je faiſois pratiquer ſous le moule 5 ou 6 évents, c'eſt-à-dire des canaux qui ſe croiſoient en différens ſens & horiſontalement ſous le moule; ils communiquoient au dehors. Lorſque la pièce étoit coulée, on préſentoit un corps enflammé aux bouches des évents; alors il en ſortoit des lances d'une flamme vive qui duroit pluſieurs minutes avec ſifflement. L'on voit ſouvent autour d'une maſſe de fonte ardente expoſée à l'air, une flamme ambiante qui n'eſt que de l'air atmoſphérique qui ſe combine avec le phlogiſtique, & s'enflamme. Des pièces d'affinerie produiſent à-peu près le même effet, ſur-tout lorſqu'on les cingle chaudes.

Le fer battu produit plus d'air inflammable que la fonte. La proportion générale eſt 21,1 :: 23,8. Le fer caſſant à froid en contient près d'un quart de ſon poids. Le fer ductile tient le milieu, & le fer caſſant à chaud en contient le moins. La proportion entre eux eſt 25,2 :: 24,6 :: 21,6. Ces termes ſont généraux, il y a des variétés dans le particulier qui caractériſent des nuances de qualité dans la même ſorte de fer dans chaque eſpèce.

M. Bergman a cherché à découvrir la quantité de

phlogiſtique contenue dans chaque ſorte de fer, par la voie de la précipitation de l'argent vitrioliſé, par le fer. D'après le réſultat de ces expériences 86, 87, 88 & 89 très-ingénieuſes, l'auteur conclud qu'il y a autant de phlogiſtique dans un pouce cubique d'air inflammable qu'il y en a dans 2,17 liv. d'acier d'Oſterby, 2,08 de fonte d'Huſaby, 2,08 de fer forgé d'Oſterby, & 1,96 de fer de Grangen, poids & meſure de Suède. Ce qui donne le produit ſuivant, pour un pied cube du pied-de-roi d'air inflammable.

Acier.	4 onces	6 gros	65 gr.
Fonte d'Huſaby caſſant à froid.	4.	5.	6.
Fer d'Oſterby ductile. .	4.	5.	6.
Fer de Grangen caſſant à froid.	4.	5.	.68.
1°. Acier d'Oſterby de fer doux.	5.	7.	.12,88.
2°. Fonte d'Huſaby caſſante à froid.	4.	5.	.31,68.
3°. Fer d'Oſterby ductile.	4.	5.	.31,68.
4°. Fer de Grangen caſſant à froid.	.5.	3.	.12,56.

L'on voit par ces rapports qui ſont égaux entre eux pour la fonte d'Huſaby caſſante à froid, & le fer d'Oſterby ductile, & qui différent entre la fonte d'Huſaby & le fer de Grangen, l'un & l'autre caſſant à froid, que l'on ne peut conſidérer les réſultats de ces expériences, que comme des cas particuliers qui ne peuvent faire des baſes générales & fondamentales; puiſqu'il y a eu dans la diſſolution de chaque ſorte dans chaque eſpèce, des variations de produit d'air inflammable, qui dépendent ſans doute des circonſtances & des proportions des parties conſtitutives. L'on voit que la fonte & le fer ſont égaux en rapports, & par les expériences précédentes rapportées au premier tableau, ils varient de 51 à 66 dans les

doux, & de 54 à 67 dans les fers caſſans à froid.

En reprenant les quatre expériences 85, 86, 87 & 88, avec les fractions de leur produit, & en convertiſſant les réſultats en poids de marc, je vais préſenter ce que 100 liv. d'argent contenu dans 136,8 d'acide vitriolique, ſous la forme d'argent vitrioliſé, exigent de fer pour le précipiter.

Acier d'Oſterby.	27,37.
Fer ductile d'Oſterby. . . .	26,68.
Fer de Grangen caſſant à froid.	24,50.
Fonte d'Huſaby caſſante à froid.	26,28.
Terme moyen. . .	26,20,

D'où l'on peut conclure que 26,20 de fer neutraliſe autant d'acide vitriolique que 100 liv. d'argent; mais l'on ne peut pas conclure qu'il y ait autant de phlogiſtique dans 26,20 de fer, qu'il y en a dans 100 liv. d'argent; parce que ce dernier métal ne lâche pas ſon phlogiſtique entièrement dans les acides, puiſque ſes précipités ſe revivifient en métal ſans addition de phlogiſtique réducteur, même ſans le ſecours du feu (A).

Le fer au contraire très-peu lié au principe phlogiſtique réducteur, en eſt dépouillé par tous ſes diſſolvans; auſſi produit-il une quantité immenſe d'air inflammable dans l'acide vitriolique & celui du ſel marin.

En général, la fonte ſaturée d'une juſte doſe de phlogiſtique, produit 1535 fois ſon volume d'air

(A) J'avois de la pierre infernale dans un porte-crayon enfermé dans un étui de chagrin; la pierre ſe détacha du porte-crayon & toucha au cuir qui en abſorba l'acide. Je trouvai quelque temps après la pierre infernale revivifiée en état métallique. C'eſt ſans doute de cette manière que l'argent minéraliſé végete en cheveux ou en arbriſſeaux, dans les mines, avec ſon éclat & ſouvent ſa ductilité métallique.

vertir en acier, par les ampoules qui s'élévent à la ſurface des barres, & qui pénétrent dans tout leur maſſif. Cet air ſe développe auſſi dans les diſſolutions, & ſe combine avec l'air principe. Il en augmente le produit. Il y a des fers bien plus remplis d'air atmoſphérique que d'autres. L'acier n'en eſt point exempt; mais cet air ne provient que de la contexture de la pâte & du pétriſſage de l'étoffe dans la fabrication du fer & de l'acier.

Paſſons aux degrés de chaleur que produiſent les variétés du fer dans la diſſolution par l'acide nitreux, & nous mettrons dans le même tableau, la chaleur produite par l'effet de l'eau & du ſoufre, même la quantité d'air inflammable. Nous y diſtinguerons les couleurs qui réſultent tant de l'inflammation de l'air, que de celle du fer échauffé par le ſoufre, & les durées de l'action en minutes; afin d'obſerver plus exactement les rapports reſpectifs. Nous laiſſons ſubſiſter les données de M. Bergman, en poids & meſures.

QUATRIÈME TABLEAU.

Effets du Phlogiſtique & de la chaleur.

Variétés du Fer.	Air inflammable produit par l'acide vitriolique.		Degrés de chaleur produits par l'acide nitreux.	Effets produits par l'inflammation de l'Air.			Mélan limai l'eau &	
				1ere. inflamation.	Durée de cette inflammation	2ième inflammation.	Commen.	D
	Pouc.	Dur.		Couleur.	Min.	Couleur	Min.	M
Fonte griſe de Leuſſtad D.	39	45	10	fulminante jaune.	2	ſcintillante jaune.		
Fer de Leuſſtad D.	50	15	61	fulminante jaune.	2	ſcintillante jaune.		
Fer d'Oſterby D.	48	15	68				15.	
Fer de Norrberk C,C.	48	10	65	fulminante jaune.			12.	
Fonte noire d'Hullefors. C.F.	41	45	26				3.	
Fonte d'Huſaby C,F.	48	30	21				3.	
Fer de Braas C,F.	52	25	62	fulminante jaune.	2	jaune bleue.	30.	
Acier Anglois	45	12	57	fulminante jaune	2	bleue.		

Ce tableau nous préſente pluſieurs objets d'obſervations très-remarquables.

1°. Il y a très-peu de différence dans les huit variétés, relativement à la quantité d'air inflammable produit par la diſſolution dans l'acide vitriolique.

2°. Les trois eſpèces de fonte ont exigé de 30 à 45 minutes pour achever leur diſſolution; tandis que celles des quatre ſortes de fer & d'acier, n'ont duré que 10 à 25 minutes.

3°. Les fontes au contraire, ont développé avec le ſoufre leur chaleur bien plus promptement, & pendant une plus courte durée, que les fers qui ont été plus lents à s'échauffer avec le ſoufre & dans le rapport de 45 : 75.

4°. Quoique les deux ſortes de fonte aient développé leur chaleur dans des temps égaux avec le ſoufre 3 : 3, l'action de l'acide du ſoufre a été très-inégale ſur les fers, & a varié dans le rapport de 12 : 30.

5°. Le fer caſſant à froid eſt celui des trois variétés, qui agit le plus lentement, tant dans les diſſolutions, que dans le mélange avec le ſoufre.

6°. Le fer caſſant à chaud, eſt le plus preſte à développer ſa chaleur, tant par la voie sèche, que par la voie humide; quoiqu'il contienne moins d'air inflammable que le fer caſſant à froid.

7°. La marche de la chaleur avec le ſoufre, tant par le commencement de l'action, que pour la durée, eſt en rapport à peu près avec la denſité; le fer caſſant à froid faiſant une exception particulière pour le commencement de l'action ſeulement.

8°. Les degrés de chaleur de la diſſolution dans l'acide nitreux, ſont très-relatifs avec la denſité; mais la durée de la diſſolution eſt inverſe; car les fontes ont été infiniment plus lentes à ſe diſſoudre que les fers & aciers qui ſont plus denſes que les fontes.

9°. La couleur de l'air inflammable des variétés

du fer & de la fonte, eſt fondamentalement jaune. Celle du fer ductile eſt ſcintillante, mêlée de rouge comme celle de ſa fonte, conſéquemment eſt produite par le même principe. La cauſe qui produit le rouge, eſt détruite dans le fer caſſant à chaud qui ne produit que la couleur jaune fondamentale : dans celle du fer caſſant à froid, la teinte rouge eſt changée en bleue qui eſt la couleur que donne l'air produit par l'acier dans la ſeconde inflammation.

N'eſt-on pas fondé à conclure, d'après ces couleurs, que l'acier eſt une modification totale du fer ; que le fer caſſant à froid eſt un état mitoyen entre le fer ductile & l'acier ; que celui caſſant à chaud eſt dépouillé de ce qui produit le rouge dans la fonte & le fer ductile, & ne participe en rien du principe aciérant, quoique, comme l'acier vif, il ſoit très-difficile à forger à chaud ?

Ces couleurs ſe manifeſtent dans l'affinage des fontes, ſur-tout dans le moment où l'on avale les piéces, même lorſque l'on releve. La qualité du fer s'annonce auſſi par la couleur des chaudes ſuantes; le fer ductile eſt d'une couleur blanche teinte de jaune doré ; celle du fer caſſant à froid, d'un blanc teint de rouge ; celle du fer caſſant à chaud, d'un blanc de lait tirant au bleu qui eſt plus décidé dans l'acier, ſur-tout dans le recuit.

La fonte blanche en bain eſt rouge ; elle donne ordinairement du fer caſſant à froid : la griſe eſt jaune, & produit communément du fer ductile.

La flamme qui ſort des fourneaux de fonderie, tant par les tympes que par le gueulard, c'eſt-à-dire par le bas ou par le haut du fourneau, annonce toujours la qualité de la fonte qui eſt en bain.

Quant aux couleurs réſultantes du fer décompoſé par le ſoufre ; elle eſt uniforme dans la fonte & le fer ductile, c'eſt le brun ; c'eſt-à-dire, un mélange de jaune, de noir & de rouge, à doſe égale. Celle du fer

fer caſſant à froid, eſt du jaune rembruni; & celle du fer caſſant à chaud eſt noire, ce qui prouve une décompoſition incomplète; & le jaune dans le fer caſſant à froid, annonce une plus grande ſouſtraction du phlogiſtique réducteur & une décompoſition plus complète.

Les degrés de chaleur produite par les diſſolutions dans l'acide nitreux, ni la durée de celle produite par le mélange du ſoufre, ne ſont pas aſſez déciſives pour meſurer la quantité de chaleur principe, ni celle du phlogiſtique contenu dans chaque variété du fer; les variations tantôt directes, tantôt inverſes, démontrent l'inſuffiſance de ces démonſtrations. M. Bergman auſſi n'appuie pas ſa théorie ſur ces phénomènes qui ſont la plupart contraires à ſon ſyſtême.

M. Bergman ayant cherché par la fuſion à connoître la quantité de phlogiſtique contenue dans les diverſes variétés du fer, & le changement que les divers intermèdes qu'il a employés faiſoient éprouver au fer de chaque qualité, je vais concentrer ces expériences dans un cinquième tableau, pour l'intelligence duquel il faut obſerver ce qui eſt contenu dans chaque colonne, dont ſuit l'indication.

1re. Les numeros des expériences de M. Bergman.
2e. Le poids des diverſes variétés du fer employé.
3e. Les ſortes de variétes des fonte, fers & acier.
4e. Le poids des intermèdes.
5e. La nature & l'état de ces intermèdes.
6e. Le poids du régule qui en eſt réſulté.
7e. Le caractère du régule.

Chaque opération a été faite à un feu très-vif pendant 15 à 25 minutes.

L'on n'a point réduit le poids parce qu'on le peut conſiderer comme des unités de centième ou comme des parties proportionelles d'un tout.

J'ai exprimé le caractère des variétés du fer par les lettres ſuivantes.

D. déſigne, fer ductile à chaud & à froid.
D. C. . . . fer ductile à chaud,
D. F. . . . fer ductile à froid.
C. C. . . . fer caſſant à chaud.
C. F. . . . fer caſſant à froid.

Ce tableau renferme l'extrait du texte des pages depuis la 3 juſqu'à la 50e.

CINQUIÈME TABLEAU.

Nos. des Exp.	Poids du Fer.	Sortes de Fer.	Poids des intermèdes.	Nature des Intermèdes.	Poids du Régule produit.	Caractère du Régule.
	Liv.		Liv.		Liv.	
90.	200....	Fonte d'Hullefors....D.	50..	Hœmatite noire.	201. $\frac{1}{2}$.	Paſſablemen ductile.
91.	200....	La même..D.	50..	Chaux de vitriol du même.....	206....	Très-ductile.
92.	200....	Fonte de Leufſtad....D.	50..	Hœmatite noire.	168....	Peu ductile.
93.	200....	La même..D.	50..	Chaux de vitriol d'Hullefors....	222....	Très-ductile
94.	200....	La même..D.	50..	Chaux de vitriol de Leufſtad....	210....	Très-ductile.
95.	200....	La même..D.	50..	Safran de Dylte. .....C, F.	196....	Peu ductile, poi dre noire
96.	400....	Safrandemars de Dylte...		Charbon & borax.....	63....	Pyriteux & brui
97.	200....	Fonte de Leufſtad....D.		Seule dans un creuſet clos....	196....	Peu ductile, aci reux.
98.	200....	La même..D.		Dans un creuſet non ſcellé.....	194....	Peu ductile, aci reux.
99.	200....	La même..D.		Dans une tutte...	198....	Plus ductile moins aciéreux.
100.	200....	Fer de Braas. .....C, F.	50..	Chaux de fer d'Hullefors.D.	180....	Peu ductile peu aciéreu
101.	100....	Le mêm.C,F.	100..	Chaux de fer d'Hullefors.D.	155....	Peu ductile C, caſſant à C.
102.	200....	Fonte d'Huſaby.....C, F.	50..	Chaux de fer de Braas.....C, F.		C, C.-C, F. C ractère d'acie
103.	200....	Fonte d'Huſaby..C, F.	50..	Fonte de Norrberk.....C,C.	100....	C, F. peu C. C Acier

N°. des Exp.	Poids du Fer.	Sortes de Fer.	Poids des l'intermèdes	Nature des Intermèdes.	Poids du Régule produit	Caractère du Régule.
	Liv.		Liv.			
104.	200....	La mêm. C, F.	50..	Chaux de fer d'Osterby. D.		En grenailles aigres
Id.		Les grenailles du précédent.		Chaux de fer d'Husaby. C, F.		Régule moulé
105.	200....	Fonte d'Husaby.. C, F.		Sans intermède.	197....	Sans effervescence ni grenaille.
106.	201. $\frac{1}{2}$.	Régule de l'exp. 90. D.	50..	Plombagine.....	190....	Dur, C.F. creux, aciéreux.
107.	206....	Régule de l'exp. 91. D.		Poudre de charbon.....	204....	C, F. aciéreux.
108.	222....	Régule de l'exp. 93. D.		Sans intermède.		A résisté, resté ductile.
109.	72....	Du Fer de l'exp. 222. D.		Sans intermède pendant 30 min.		Resté le même.
		Les Expériences suivantes dans un creuset luté.				
110.	200....	Fonte de Leusstad.....D.	142..	Chaux de plomb.		Dur, C, F. aciéreux.
111.	200....	La même..D.	350..	Chaux de plomb.		Dur, C, F. aciéreux.
112.	200....	La même..D.	50..	Chaux de manganaise.....	190....	Dur. C, F. aciéreux.
113.	200....	La même..D.	100..	Chaux de manganaise.....	183....	Un peu ductile, aciéreux.
114.	200....	Fonte de Braas....C, F.	100..	Chaux de manganaise.....	182....	Cassant, recuit. D, C. & D, F.
115.	200....	Fonte de Leusstad.....D.	100..	Verre.....	198....	Cristallisé, bon acier.
116.	200....	La même..D.	67..	Chaux de craie.	191....	Dur, C, C, C, F. aciéreux.
117.	200....	La même..D.	33, $\frac{1}{2}$.	Chaux de craie, quartz.....	192....	Plus ductile, aciéreux.
		Dans un creuset qui n'étoit pas luté.				
118.	200....	La même..D.	67..	Chaux de craie.	163....	Plus ductile que le n°. 116.
119.	200....	La même..D.	33. $\frac{1}{2}$.	Chaux de craie & quartz.....		Grenailles ductiles.

N°s. des Exp.	Poids du Fer.	Sortes de Fer.	Poids de l'intermède.	Nature des Intermèdes.	Poids du Régule.	Caractère du Régule.
Les Expériences ſuivantes dans un creuſet clos.						
	Liv.		Liv.		Liv.	
120.	200....	Fer de Braas. ....C,F.	25..	Chaux de craie.	191.½.	Dur, recuit, peu ductile.
121.	200....	Le mêmeC,F.	50..	Chaux de craie.	192....	Dur, recuit, peu ductile.
122.	200....	Le mêmeC,F.	100..	Chaux decraie.	191....	Un peu plus d tile.
123.	200....	Le mêmeC,F.	25..	Pierre calcaire crue.....	164....	Plus ductile, cuit.....C,
124.	200....	Le mêmeC,F.		Soufre.....		Pyriteux, calc fondu avec charbon, aci
125.	100....	Fer de Norr-berk..C,C.	100..	Fer de Braas CF. charbon.....	208....	Fer, C, F. int table, acie
126.	100....	Chaux de NorrberkCC.		Poudre de charbon.....	60....	Fonte intraitab
127.	83....	Régule du n°. 124.C,C&àF.	21..	Chaux de fer ductile.....	53....	Aciéreux, glol les ductiles.
128.	200....	Fonte de Leuf-ſtad.....D.	50..	Chaux de Braas. .....C, F.	204....	C, F. ductile chaud, aci
129.	200....	La même..D.	50..	Chaux de Norr-berk.....C,C.	208....	Ductile à froi caſſant à

L'on ne finiroit pas ſi l'on ſe livroit à toutes les obſervations que préſentent les réſultats de ces nombreuſes expériences: mais je me bornerai aux phénomènes les plus ſaillans & les plus remarquables, indépendamment des réflexions de l'auteur & de celles que j'ai repandues dans les notes; je remarquerai:

1°. La fonte refondue ſans aucun intermède, prend le caractère d'acier, Exp. 97. 98. 99. & 105., parce que par cette refonte, le fer crud ne reçoit point de phlogiſtique, mais un excès de la chaleur qui l'a converti en acier.

2°. La fonte refondue avec les chaux de plomb, de manganaiſe & de craie, dans des creuſets clos, acquiert le même caractère d'acier; parce que ces chaux ſont privées du phlogiſtique réducteur, & ſuperſaturées du principe de la chaleur; elles diminuent une portion du produit par la ſouſtraction qu'elles font du phlogiſtique réducteur de la fonte, exp. 110, 111, 112, 113, 116 & 117.

3°. Le verre fondu avec la fonte, lui imprime auſſi le caractère d'acier, par la même cauſe; car le verre contient infiniment de matière de la chaleur qui lui donne la tranſparence, & en la communiquant à la fonte, il la fait paſſer à la qualité d'acier, exp. 115. Je dis que le verre tient ſa tranſparence de la matière de la chaleur, parce que ſi on la lui enlève par la cémentation, avec des matières calcaires avides de ce principe, il perd cette tranſparence, & paſſe à l'état de porcelaine vitreuſe.

4°. La fonte de fer en général traitée avec des chaux de fer de même caractère, eſt paſſée à l'état du fer ductile, toutes les fois que l'on emploie un moyen de dépouiller la fonte, même l'acier, de la partie ſurabondante de la matière de la chaleur, on les ramene a l'état de fer ductile, exp. 91, 93 & 94.

5°. Lorſque l'on veut fondre enſemble deux variétés de fer de caractère oppoſé, il y aura toujours une efferveſcence qui procède d'une diſſolution ignée; telle, celles faites dans les acides humides, & les grenailles du métal que cette efferveſcence élance de tous côtés, ne ſont point l'effet d'une volatiliſation. Un métal ne ſe ſublime & ne ſe volatiliſe, que lorſque ſes parties ſont atténuées & dilatées au point d'être plus légères que le milieu au deſſus duquel elles s'élèvent, ſoit dans l'eau, ſoit dans l'air, ſoit dans le feu, exp. 104, 119 & 127.

6°. La combinaiſon d'un fer caſſant à froid, ne

corrige pas le défaut d'un fer caſſant à chaud; & *vice verſâ*, il n'en réſulte qu'un fer vicieux; même ces défauts ſe communiquent au fer ductile à chaud & à froid, exp. 127. 128 & 129.

Voyons les effets de la cémentation.

Ordre des matières du ſixième tableau préſentant les réſultats de la cémentation.

1re. Colonne, n°. des expériences.
2e. Variétés du fer, ſoumiſes à la cémentation.
3e. Matières de la cémentation.
4e. Augmentation de poids.
5e. Caractères réſultans de l'effet de la cémentation.

SIXIEME TABLEAU.

N°s. des Exp.	Variétés du Fer.	Matières de la cémentation.	Augmentation du poids.	Caractères réſultans de la cémentation.	
				Au dehors.	Au centre.
130.	Fonte de Leufſtad. D.	Plombagine.....		Egaré.....	
131.	La même....	Terre calcaire.	$\frac{1}{100}$.	Ecorce attirable.	Acier.....
132.	La même....	Chaux de manganaiſe.....	$\frac{1}{200}$.	Attirable.....	Fonte pure.
133.	Fer de Leufſtad....D.	Plombagine.....		Attirable.....	Fer ductile.
134.	Le même....	Terre calcaire.	$\frac{1}{100}$.	Fer ductile.....	Acier.....
135.	Le même....	Chaux de manganaiſe.....	$\frac{1}{100}$.	Ecorce attirable.	Fer ductile.
136.	Acier d'Oſterby. D.	Plombagine.....		Ecorce attirable.	Acier.....
137.	Le même....	Terre calcaire.	$\frac{1}{100}$.	Ecorce rouge....	Acier.....
138.	Fer de Norrberk C, C.	Plombagine.....	$\frac{1}{210}$.	Ecorce attirable.	Fer ductile.
139.	Le même....	Terre calcaire.	$\frac{1}{100}$.	Fer ductile.....	Fer ductile.
140.	Le même....	Chaux de manganaiſe.....	$\frac{1}{95}$.	Ecorce attirable.	Très-duct.
141.	Fer de Grangen. CF..	Plombagine.....	$\frac{1}{400}$.	Ecorce attirable.	caſſant à froid....
142.	Le même....	Terre calcaire.		Nul changement.....	
143	Le même....	Chaux de manganaiſe.....	$\frac{1}{200}$.	Nul changement.....	

L'on ne peut pas tirer de ces expériences faites par la cémentation, beaucoup de connoiſſances ſur la nature du fer ; parce que nous croyons que les circonſtances n'ont pas permis que l'opération fût aſſez continuée pour produire des effets plus complets ; en général, il y a eu peu d'accroiſſement du poids des diverſes variétés de fer, même pluſieurs n'en ont point acquis, particulièrement avec la plombagine ; la chaux de manganaiſe en a un peu plus produit ; & la terre calcaire en a donné conſtamment plus & en même quantité, excepté avec le fer caſſant à froid. Il eût été à deſirer que l'auteur eût mis en comparaiſon du fer en cémentation avec la poudre du charbon qui produit conſtamment une augmentation très-notable en poids & en volume, & qu'il eût examiné tant la plombagine que la terre calcaire & la chaux de manganaiſe, pour connoître quel changement ces ſubſtances ont pu éprouver dans leur qualité & dans leur poids. Nous croyons que le peu d'augmentation du poids, procède en partie de la décompoſition des ſurfaces des fers & fontes cémentés, auxquels les matières de cémentation ſe ſont unies & ont fait une addition. Les effets de la terre calcaire, ont été contraires à ceux qu'elle produit ordinairement ; car elle a donné des fers caſſans à froid, & des aciers ; elle enlève même à ce dernier, le principe aciérant ; à moins que l'on n'ait employé la terre calcaire crue, qui contient ordinairement quelque portion d'acide & de ſable vitreſcible, qui ont pu produire des accidens différens de ceux auxquels elle donne lieu conſtamment, particulièrement dans les travaux en grand, & ainſi que M. Stokinſtrom l'a obſervé près d'Aix-la-Chapelle.

Il eſt à remarquer que la plombagine n'a opéré aucun changement que ſur le fer caſſant à chaud qu'elle a rendu ductile, effet qui ſemble contrarier le ſentiment de M. Bergman, puiſque dans les expé-

riences qne nous citerons plus bas, il paroît que le fer caſſant à chaud, eſt celui de trois variétés du fer battu, qui contient le plus de plombagine, d'après ce ſavant.

Pour découvrir ce que chaque variété de fer contient de plombagine, M. Bergman les a fait diſſoudre ſéparément dans l'acide vitriolique; & a peſé la poudre noire qui ſe dépoſe, ſans être attaquée par l'acide. Je ne rapporterai pas ici le tableau général de ces expériences, que l'on peut conſulter dans la traduction depuis le n°. 209, juſqu'au n°. 233. Je donnerai ſeulement le réſultat du terme moyen des produits d'un quintal dans chaque ſorte, par milléſimales.

Fonte de fer doux.	3,60.
Fonte de fer caſſant à froid.	4,60.
Acier provenant de fer ductile.	0,50.
Acier provenant de fer caſſant à froid. .	0,93.
Fer ductile.	0,52.
Fer caſſant à chaud.	1,50.
Fer caſſant à froid.	1,03.

Je dois expoſer auſſi la proportion reſpective du produit de la fonte qui varie ſuivant ſon état de perfection.

Fonte noire ſurchargée de phlogiſtique. .	4,50.
Fonte griſe ſaturée de phlogiſtique. . .	2,72.
Fonte blanche pauvre en phlogiſtique. .	4,30.

L'on doit entendre que le premier chiffre à gauche ſéparé par une virgule, déſigne des centièmes, & que les deux qui ſuivent à droite, ſont des millièmes; ainſi la fonte de fer doux contient 3 centièmes, plus 60 milliémes de réſidu noir. Ceci s'entendra pour les calculs antérieurs & ultérieurs.

La première obſervation qui ſe préſente à faire, eſt relative à la fonte.

Il eſt connu qu'une fonte blanche tenue en bain, s'épure & paſſe à l'état de fonte griſe, & ſucceſſive-

ment à celui de fonte noire, de régule; enfin de fer ductile, sans aucun intermède, sans opération, sans travail, par l'effet seul d'un feu continué; & qu'en cémentant ensuite ce fer ductile avec des matières charbonneuses, on le fait passer à l'état d'acier. Cependant, d'après les expériences citées, l'acier contient plus de plombagine que le fer; la fonte grise moins que la blanche & la noire. Comment suivre la génération & la destruction de cette plombagine dans ces passages successifs & dans ces alternatives? Il n'est pas difficile d'expliquer la diminution de la plombagine dans le passage de la fonte au fer; mais comment appercevoir la regénération dans la fonte noire, & plus difficilement dans l'acier, particulièrement dans l'acier cémenté?

Pour rendre ce phénomène vraisemblable, M. Bergman tire du développement des opérations du travail de l'acier, une induction que j'ai déja combattue dans mes notes p. 83: je n'ajouterai ici qu'une observation.

M. Bergman dit que les matières de la cémentation peuvent fournir de l'air qui se combinant avec le phlogistique, forme de la plombagine, laquelle s'amalgame avec la pâte de l'acier. D'après cette théorie, on pourroit faire de la plombagine en tenant exposé long-temps au feu, un creuset clos rempli de poudre de charbon; car le charbon contient cet air que la cémentation pourroit produire, & de plus, il contient le phlogistique nécessaire à la formation de la plombagine. Je ne pense pas que l'on en puisse créer par ce procédé.

Au surplus, excepté la chaleur, les agens les plus actifs qui ont prise sur le fer, ne le pénétrent pas; ils l'attaquent par les surfaces, en le décomposant totalement; alors il n'est plus fer; il n'a plus les propriétés métalliques. Le soufre qui est si analogue à la plombagine, attaque ainsi le fer & le cuivre, & en forme

une matière fragile, pyriteuſe, qui n'a plus les propriétés métalliques. Le fer coverti en acier, conſerve toutes les propriétés métalliques, ténacité, ductilité & élaſticité. Je ſais que l'acier au ſortir de la cémentation, n'eſt nullement malléable à froid, qu'il eſt ſouvent preſque auſſi fragile que le verre; mais une légère chaude ſuffit pour le rendre ductile; le froid de la trempe lui rend la fragilité.

La poudre noire qui ſe précipite de l'acier dans ſa diſſolution avec l'acide vitriolique, & qui reſſemble à la plombagine, peut être une combinaiſon particulière, un corps iſolé interpoſé, qui forme ce que l'on appelle cendrures, & qui ne fait point partie intégrante & conſtitutive, ni de la fonte, ni du fer, ni de l'acier. Cette préſomption eſt fondée ſur ce que des fontes, des fers & des aciers de même caractère donnent des produits inégaux de cette poudre.

La différence dans les fontes douces eſt de 2,0 :: 5,3.
Dans celles caſſant à froid, de . . . 2,5 :: 6,7.
Dans les fers ductiles, de . . . . . 5 :: 7.
Dans les fers caſſans à froid, de . . . 1 :: 6.
Dans les aciers de fer ductile, de . . 4 :: 6.
Et dans ceux de fer caſſant à froid, de 1 :: 1,7.

Je ſais que la fonte de fer ſurchargée de phlogiſtique, produit beaucoup d'une ſubſtance que la ſeule action du feu en ſépare, & qui reſſemble à bien des égards à la plombagine; elle flotte au deſſus du bain, s'attache après les ringards, ſe diſperſe dans l'air; elle eſt écailleuſe, noire, ſoyeuſe & légère; elle tache les doigts en la froiſſant, & a le gliſſant de la plombagine: mais cette limaille lamelleuſe eſt attirable à l'aimant, ne détonne point avec le nitre, ſe diſſout très-difficilement dans les acides minéraux. Je ferai connoître plus amplement ailleurs cette matière, & de laquelle j'ai déja parlé dans un mémoire lu à l'Académie des ſciences en 1761, ſous le nom de limaille,

nom usité dans les forges pour exprimer cette matière. On appelle fontes limailleuses, les fontes noires qui en produisent.

La poudre noire ou plombagine de M. Bergman, exposée au feu, perd moitié de son poids : l'autre moitié restante, est selon cet auteur, une matière siliceuse. La partie réputée plombagine, détonne avec le nitre & en alkalise cinq fois son poids : l'autre partie siliceuse en exige dix fois son poids.

Cette poudre n'est point soluble dans l'acide marin, même au degré de l'eau bouillante. Nous reviendrons sur cet objet.

M. Bergman en cherchant à découvrir la nature des matières étrangères qui peuvent être unies au fer & qui en caractérisent les différentes variétés, y a découvert de la manganaise par un procédé qu'il indique dans le second volume de ses opuscules, & que nous avons restitué dans nos notes sur cette dissertation analytique du fer, & par laquelle il a trouvé que le fer d'Eisenert en contenoit $\frac{1}{100}$. Expérience qu'il a répétée sur les différentes variétés qu'il avoit soumises à ses expériences précédentes, soit avec les fers en nature, traités avec le nitre, soit avec leurs chaux traitées par l'acide du vinaigre, pour en extraire par l'alkali fixe aéré, la manganaise que ces chaux pouvoient contenir, qui lui ont fourni les résultats suivans, par quintal de fer calciné.

Chaux de fer d'Osterby. . . D. . 1. de couleur blanche.

Chaux de fer de Norrberk. C, C. . 1. bronzée.

Chaux de fer de Braas. . . C, F. 5, 4. jaune.

M. Bergman n'a soumis aucune sorte d'acier à cette espèce d'expérience, de laquelle il résulte que le fer ductile contient autant l'un que l'autre de cette substance, & que le fer cassant à froid, en contient cinq fois autant que chacun des deux autres en particulier.

Ces précipités ſont en rapport avec le régule de manganaiſe, 2 :: 1, ſuivant l'eſtimation de l'auteur. Je vais préſenter le précis des expériences faites avec le nitre, dans leſquelles la couleur verte décéle la préſence de la manganaiſe. Comme quelques-uns des fers n'ont produit de couleur verte qu'à la ſeconde projection de nitre, nous en allons tracer le tableau; les chiffres indiquent à peu près les degrés d'intenſité des couleurs.

SEPTIEME TABLEAU.

Détonnations des différentes variétés du fer avec le quadruple de leurs poids de nitre à chaque projection.

Nos. des Exp.	Variétés du Fer.	Première projection.		Seconde projection.	
		Couleurs.	Deg.	Couleurs.	Deg.
174.	Fer d'Eiſenert..... D.	Verd intenſe.....	10..	Un peu plus fort.	2..
175.	Fonte noire de Leufſtad.....	Verd foible.....	1..	Vive.....	10..
176.	Fonte griſe, & fer de Leufſtad.....	Nulle.....	0..	Bleue verdâtre.	3..
177.	Fer de Leufſtad.....	Nulle.....	0..	Bleue verdâtre.	3..
178.	Fonte d'Akerby.....	Verd foible.....	2..	Bleue.....	6..
179.	Fer d'Akerby.....	Verd vif.....	8..		
180.	Fonte d'Hullefors.....	Verd vif.....	8..		
181.	Fer d'Hullefors.....	Nulle.....		Verd.....	5..
182.	Fer d'Oſterby.....	Verd vif.....	8..		
103.	Acier d'Oſterby.....	Verd vif.....	8..		
184.	Fonte de Forſmarck.	Verd foible.....	4..	Verd.....	6..
185.	Fer de Forſmark.....	Verd foible.....	4..	Verd.....	6..
186.	Acier de Forſmark.	Verd plus foible.	3..	Verd.....	4..
187.	Fer de Norrberk C,C.	Nulle.....	0..	Verd.....	3..
188.	Fonte Brattfors. C,F.	Verd foible.....	4..	Verd.....	6..
189.	Fer battu de Brattfors.	Verd vif.....	8..		
190.	Fonte d'Hallefors, noire.....	Nulle.....	0..	Verd.....	3..
191.	Fonte blanche d'Hallefors.....	Nulle.....	0..	Verd.....	3..

N°s. des Exp.	Variétés du Fer.	Première projection. Couleurs.	Deg	Seconde projection. Couleurs.	Deg
192.	Fer natif de Sibérie....	Verd très-foible.	1..	Verd.....	4..
193.	Acier anglois & autr.	Verd fort foible,	2..	Verd.....	2..
196.	Fonte d'Hufaby C, F.	Verd plus ſenſible.....	4..		
197.	Fer d'Hufaby & acier	Nulle.....	0..	Verd.....	4..
199.	Fer de Braas....C, F.	Verd foible.....	3..	Verd plus fort.....	5..
201.	La manganaiſe.....	Verd exalté.....	15..		
168.	Limaille de cuivre....	Verd exalté.. ...	15..		

Il paroît que la fonte de fer en général développe plus difficilement la couleur verte que le fer battu ; que le fer ductile donne non-ſeulement plus facilement, mais plus abondamment la couleur verte que le fer caſſant à froid ; ce qui eſt contraire au produit des diſſolutions par l'acide acéteux dans lequel le fer de Braas a produit cinq fois plus de précipité de manganaiſe que les deux autres variétés du fer ; tandis qu'étant projetté avec le nitre, il a non-ſeulement produit peu de couleur verte, mais il a fallu deux projections pour l'extraire. Je crois que cette méthode de procéder, peut bien indiquer de la manganaiſe ; mais qu'elle ne peut en faire connoître la quantité contenue ; auſſi M. Bergman ne la produit que comme indicative, les couleurs en général ſont très-accidentelles.

Après avoir tenté différens moyens pour découvrir ſi le fer contenoit de l'acide vitriolique, de l'arſenic, du zinc ou autres matières étrangères différentes de la manganaiſe & de la plombagine qui paroît concourir à tarer le fer de quelques vices, & n'en ayant découvert aucuns veſtiges ; M. Bergman donne le tableau des quantités de matière ſiliceuſe, de plombagine, de manganaiſe, de fer contenues dans un quin-

tal, ou plutôt dans cent parties de fer. Je laiſſe ſubſiſter ces données comme étant des parties proportionnelles d'un tout, ce qui répond à toute eſpèce de poids & de meſure; mais comme l'auteur ajoute les produits d'air inflammable en pouces cubiques de Suède, & que j'établis ici le quintal poids de France, je ſuis obligé d'augmenter le produit de l'air inflammable en raiſon de la différence du poids; il en eſt de même des degrés de la matière de la chaleur qui donne des produits en raiſon des maſſes employées.

Nous avons ajouté ici au texte de l'auteur, un terme mitoyen entre le moins & le plus de chaque ſubſtance contenue dans un quintal de fer, même dans la peſanteur ſpécifique aſſignée par l'auteur.

HUITIEME TABLEAU.

Des parties conſtituantes d'un quintal compoſé de cent grains de fer dans ſes divers états, d'après M. Bergman.

Matières contenues dans la Fonte.	Extrême en moins.	Extrême en plus.	Terme moyen.
Matière ſiliceuſe	01,10.	03,40.	02,25.
Plombagine	01,10.	03,30.	02,20.
Manganaiſe	00,50.	30,00.	15,25.
Fer	97.30.	63.30.	80,30.
Total.	100. . .	100. . .	100
Pouces cubes d'air inflammable.	50,2. .	63.50.	56,85.
Degrés de chaleur	22,0. .	57,30.	39,60.
Peſanteur ſpécifique moyenne.			7760.
ACIER.			
Matière ſiliceuſe	00.3. .	00,90.	00,60.
Plombagine	00.2. .	00,80.	00,50.
Manganaiſe	00,5. .	30,00.	15,25.
Fer	99,0. .	68,30.	83,65.
Total.	100. . .	100. . .	100
Pouces cubes d'air inflammable.	58,2. .	63,50.	60,85.
Degrés de chaleur	81,4. .	125,00.	103,20.
Peſanteur ſpécifique moyenne.			7720

Matières contenues dans le Fer.	Extrême en moins.	Extrême en plus.	Terme moyen.
Fer ductile.			
Matière ſiliceuſe	00,05.	00,30.	00,175.
Plombagine	00,05.	00,20.	00,12...
Manganaiſe	00,50.	30,00.	15,25...
Fer.	99,40.	69,50.	84,45...
Total.	100....	100....	100.....
Pouces cubes d'air inflammable.	65,5...	67,5...	66,5.....
Degrés de chaleur.	134,5...	150,0...	142,25. .
Peſanteur ſpécifique moyenne.			7782.....
Fer caſſant a chaud.			
Matière ſiliceuſe.			0,8....
Plombagine.			0,7....
Manganaiſe.			0,5.....
Fer.			98,0....
Total.			100.....
Pouces cubes d'air inflammable.	63,5...		63,5...
Degrés de chaleur	161,7...		161.7...
Peſanteur ſpécifique moyenne.			7753.....
Fer caſſant à froid.			
Matière ſiliceuſe.	00,05.	00,30.	c0,175.
Plombagine	00,05.	00,30.	00,175.
Manganaiſe.	00,50.	04,00.	02,250.
Fer.	99,40.	97,40.	97,400.
Total.	100.....	100.....	100.....
Pouces cubes d'air inflammable.	66,1...	68,8...	67,45...
Degrés de chaleur.	55,....	57,3...	56,15...
Peſanteur ſpécifique moyenne.			7778.....

Il eſt néceſſaire de faire des réflexions ſur les différens objets que préſente le huitième tableau. La première eſt la matière ſiliceuſe, c'eſt-à-dire, de nature du ſilex, que M. Bergman retire de la poudre noire qui ſe précipita ſans intermède pendant la diſſolution du fer dans l'acide vitriolique, ou plutôt cette poudre noire eſt une portion de la maſſe du fer ſoumiſe à l'action de l'acide vitriolique, laquelle n'eſt point attaquée par cet acide. Cette poudre noire contient deux ſubſtances réunies; l'une eſt la plombagine, & l'autre

eſt cette matière ſiliceuſe. J'ai lieu de croire que c'eſt plutôt une ſubſtance talqueuſe. L'on opère la ſéparation de ces deux ſubſtances, en expoſant la poudre noire ſous une mouffle : l'action du feu volatiliſe la plombagine qui laiſſe la matière ſiliceuſe ſur le têt à rôtir. Cette matière annonce ſon caractère, en réſiſtant à l'action du feu & des acides minéraux qui ſont les diſſolvans les plus actifs que la nature & l'art puiſſent employer. L'on connoît la qualité fixe & apyre du talc.

Comment ſe trouve cette matière ſiliceuſe ou talqueuſe dans le fer ? Il eſt à préſumer qu'elle n'eſt qu'interpoſée, & ne fait point partie de l'eſſence de la nature du fer, mais ſeulement de ſa maſſe.

J'ai trouvé en rompant une barre de fer, un petit caillou gros comme un pois ordinaire interpoſé dans l'étoffe du fer ; cette pierre ne s'y étoit pas formée, elle avoit réſiſté au feu de l'affinage, à toutes les chaudes ſucceſſives & à la percuſſion du marteau ; mais elle y avoit été introduite par accident dans le pétriſſage de l'affinerie. Il en eſt peut-être de même du mica réduit en petites parcelles qui ſe retire du fer par la diſſolution dans l'acide vitriolique ; mais cependant ce mica peut ſe former par la combinaiſon du principe vitreſcible uni avec l'élément du fer, & le phlogiſtique tant coagulant que réducteur ; ce qui peut arriver dans la fuſion du minérai : & effectivement, il ſe trouve beaucoup plus de cette matière ſiliceuſe dans la fonte, que dans le fer en général ; & cette proportion eſt 2,25 :: 0,8, de la fonte au fer caſſant à chaud, qui ſont les deux extrêmes des termes moyens.

Mais comme la quantité des matières ſiliceuſes que M. Bergman a découvertes dans le fer, paroît dans des proportions très-inégales dans chaque variété de fer, & qu'on l'apperçoit dans toutes les nuances numériques depuis un juſqu'à trois centièmes, même de cinq millièmes à trois centièmes ; on doit regarder

cette

cette matière ſiliceuſe comme purement accidentelle; d'ailleurs, comment ſe peut-il faire que l'acier en général contienne de cette matière ſiliceuſe, plus que le fer doux dans la proportion de 17 :: 60 ? tandis qu'en cémentant le fer doux, on le convertit en acier. Cette partie ſurabondante ſiliceuſe dans l'acier, s'eſt donc formée dans la cémentation : par quel méchaniſme ? Cette génération me paroît difficile à expliquer, & je ne la crois pas poſſible dans cette opération; ce qui l'eſt dans la fuſion, même dans l'affinage.

Le fer caſſant à froid ne contient pas plus de matière ſiliceuſe que le fer doux; cette matière eſt donc nulle, reſpectivement à la ductilité & à la fragilité. L'on ſeroit fondé cependant à croire que cette matière ſiliceuſe pourroit contribuer à la fragilité du fer, poſſédant elle-même cette propriété, & qu'elle forme au ſurplus un corps interpoſé qui déſunit l'agrégation des matières ferreuſes.

Il en eſt de même de la plombagine, elle marche de pair, à très-peu de choſe près, avec la matière ſiliceuſe dans les différentes variétés du fer. L'acier en produit plus que le fer doux dans la proportion de 12 :: 50. M. Bergman a eſſayé de donner l'étiologie de cette formation pendant la cémentation; nous l'avons diſcutée, & nous en avons fait ſentir la difficulté. Il obſerve au ſurplus que le principe talqueux eſt de l'eſſence de la plombagine.

Quant à la manganaiſe, M. Bergman prétend que c'eſt une ſubſtance néceſſaire au fer, & que le meilleur, (celui d'Eiſenert), en contient $\frac{30}{100}$. Ce pendant pluſieurs ſortes dans chaque variété en ont donné infiniment moins, puiſque la diſparité eſt en rapport 00,5 :: 30,0, c'eſt-à-dire de cinq millièmes à trente centièmes.

Il eſt bien étonnant que cette manganaiſe ſoit en quantité proportionnelle égale dans la fonte, dans

l'acier & dans le fer doux, qu'elle ne ſe détruiſe pas dans les différentes opérations néceſſaires pour opérer ces paſſages de la fonte au fer, & du fer à l'acier, ou de l'acier au fer.

Ne peut-on pas douter du réſultat de ces produits, & de la propriété des moyens employés pour le produire ? Peut-on ſe perſuader qu'un métal combiné avec un tiers d'un demi-métal peu ductile, puiſſe conſerver la propriété de la ductilité dans un degré éminant dans le fer doux ? Si cela peut être, il faudroit convenir que la manganaiſe eſt le principe de la ductilité du fer ; mais ce raiſonnement croulera, ſi l'on fait attention qu'il y a la même quantité de manganaiſe dans la fonte qui eſt un corps très-fragile.

L'on ſait que le cuivre roſette eſt ductile à chaud, caſſant à froid; que le mélange de zinc le fait paſſer à l'état de caſſant à chaud & ductile à froid : phénomène d'oppoſition de caractère qui eſt très-ſingulier, & qui procédé du mêlange du zinc. La fragilité reſpective à froid de ces deux métaux, en ſe combinant, ſe change en ductilité à froid; mais comme la chaleur décompoſe le zinc, & le réduit en chaux filamenteuſe, interpoſée entre les molécules de roſette, en les déſuniſſant, elle s'oppoſe à la ductilité à chaud du laiton. Il devroit en être de même à peu près de la manganaiſe unie en même proportion par tiers avec le fer, comme le zinc avec le cuivre dans le laiton ; elle devroit donner de la ductilité à froid à la fonte qui eſt exceſſivement caſſante à chaud, opérer quelque changement dans le fer ductile & dans l'acier; mais au contraire, il y a, ſelon les expériences de M. Bergman, beaucoup plus de manganaiſe dans le fer caſſant à chaud & celui caſſant à froid, que dans l'acier & le fer doux qui ſont l'un & l'autre très-ductiles, & beaucoup moins dans le fer caſſant à chaud, que dans celui qui eſt caſſant à froid. Il eſt vrai que M. Bergman n'a éprouvé qu'une

ſorte de fer caſſant à chaud, (celui de Norrberk), qui contient $\frac{1}{1000}$ de manganaiſe, tandis que celui caſſant à froid en contient au terme moyen $\frac{2}{100} + \frac{25}{1000}$.

La matière ſiliceuſe, la plombagine & la manganaiſe, ſont les ſeules matières hétérogènes que M. Bergman ait découvertes dans le fer, dans ſes différens états, & toujours conſtamment avec des proportions différentes. Nous ſommes très-perſuadés que, quoique M. Bergman ait varié preſque à l'infini ſes expériences, qu'il les ait inſtituées avec une ſagacité peu commune, qu'il ait operé avec art & une rigoureuſe exactitude; cependant qu'il y a des moyens de découvrir dans les différentes variétés, d'autres ſubſtances métalliques. Pour compléter ces expériences & porter la conviction dans l'expoſition de ces principes, il eût été à deſirer que M. Bergman eût révivifié les chaux des différentes ſortes de fer dont il a extrait les trois ſubſtances étrangères, le ſilex, la plombagine & la manganaiſe; que le produit diviſé en deux parties égales eût été ſoumis à de nouvelles expériences, afin de reconnoître:

1°. Si le fer qui en ſeroit réſulté, auroit d'abord les propriétés antécédentes, de ductile, de caſſant à chaud ou de caſſant à froid.

2°. Si en l'analyſant de nouveau par les mêmes procédés, on retireroit encore les mêmes ſubſtances; afin de connoître ſi leur formation procède de l'action réciproque & de la combinaiſon des differentes parties conſtitutives du fer dans les diverſes opérations de ſon travail.

3°. Si en réuniſſant au régule provenant des chaux des fers analyſés primordialement, la matière ſiliceuſe, la plombagine & la manganaiſe, diſtinctement ou conjointement, il en réſulteroit un fer ayant les propriétés antécédentes, & pour ſavoir ſi elles s'y incorporeroient.

Ces opérations d'analyſe & de ſynthèſe ſucceſſives, jetteroient un bien plus grand jour ſur la conſtitution du fer en général, & particulièrement ſur celle de ſes variétés; M. Bergman en a fait quelques-unes.

Je ne peux me diſpenſer d'obſerver une choſe très-remarquable, & qui ſemble faire crouler tout le ſyſtême que l'on pourroit fonder ſur le réſultat des expériences de M. Bergman; c'eſt qu'il y a des fontes qui lui ont donné par quintal 97,3 de parties ferreuſes; tandis qu'il y a des fers doux qui n'en ont donné que 69,5, & des aciers que 68,30. Cette fonte ſeroit donc plus riche en ſubſtances de fer, que le fer doux & l'acier; ce que nous ne pouvons admettre.

Malgré toute autorité, la prétendue démonſtration ne peut être qu'illuſoire; il faut donc prendre une autre route pour percer à la vérité. Le puits n'eſt pas tari, il faut encore travailler pour parvenir à la ſource du fond où elle eſt cachée. Les quantités d'air inflammable ont été ſuffiſamment diſcutées dans les réſultats des trois premiers tableaux, pages 128, 131 & 133.

Il y a trop de diſproportion entre les degrés de chaleur, pour être perſuadé que la méthode employée ſoit ſuffiſante pour connoître ce que chaque variété du fer en contient. Les termes moyens établis entre le fer caſſant à froid & le fer caſſant à chaud, donnent une diſparité qui eſt en rapport de 56 :: 161, & entre la fonte & le même fer caſſant à chaud, 39 :: 161. Il n'y a pas lieu de préſumer, d'après ces différences, que la marche de la nature ſoit celle que l'art lui trace.

La peſanteur ſpécifique établie par M. Bergman, n'eſt pas aſſez juſte, pour ne pas croire qu'il ne ſe ſoit gliſſé des fautes typographiques; je ſuis bien éloigné de lui imputer ces erreurs: mais, comme il eſt très-utile de connoître les différentes peſanteurs; je vais d'abord donner, d'après ma propre expérience,

le poids ſpécifique du pied cube du même fer, dans des ſituations différentes.

Différentes ſituations du même Fer.	Poids ſpécifique du pied cube du même Fer.			
	Liv.	Onces.	Gros.	Grains.
Fonte griſe	485.	8.		
Fer doux & ferme de Suède	545.	10.	4.	7.
Fer de Berry, qualité moyenne	545.	2.	4.	35.
Acier poule cémenté de Suède	530.	1.	3.	28.
Le même acier corroyé, non trempé	546.	4.	5.	46.
Le même acier trempé	537.	12.	5.	64.
Acier anglois recuit	548.	5.	0.	41.
Acier anglois trempé	547.	2.	2.	3.

Je vais placer en comparaiſon les gravités ſpécifiques données par M. Bergman ; en corrigeant à très-peu de choſe près les n^os^, 2, 3 & 4 ; en ſubſtituant le n^o^ 1^er^, & en ajoutant le poids du pied cube au poids de marc.

N^os^.	Sortes de Fonte, Fer & Acier.		Gravité ſpécifique.	Poids du Pied cube.
				Livre.
1	Fonte	blanche, pauvre	6601.	462,0
2		griſe, riche	6859.	480,1
3		noire, ſuperſaturée	7262.	508,3
4	Acier	d'Huſaby	7742.	541,9
5		de M. Quiſt	7643.	535,0
6		anglois	7775.	544 2
7		de Forſmarck	7727.	540,8
8		d'Oſterby.	7784.	544,8
9		le même trempé	7693.	538,5
10	Fer ductile	de Leufſtad	7754.	542,7
11		de Braas, rendu ductile	7751.	542,5
12		de Braatfors	7798.	545,8
13		d'Oſterby	7827.	547,8
14	Fer caſſant à chaud de Norrberk.		7753.	542,7
15	Fer caſſant à froid	de Braas	7792.	545,4
16		d'Huſaby	7791.	545,3

Il eſt à croire qu'il s'eſt gliſſé d'autres erreurs que celles que j'ai obſervées dans la note K, pag. 100 dans les gravités ſpécifiques, tant des fers que des aciers de même genre, puiſque l'on voit une différence de trois liv. par pied cube, entre le fer d'Oſterby & l'acier produit par le même fer, & de même entre le fer d'Huſaby & l'acier en provenant : de plus, qu'il y a 6 liv. de différence entre l'acier recuit d'Oſterby & le même acier trempé; ce qui eſt contraire à nos propres expériences citées plus haut, où l'on voit que ces différences varient tout au plus d'une liv. & demie : le fer d'Oſterby porté à 547 $\frac{8}{10}$, ſe trouve plus peſant que le fer de Leufſtad de 6 liv. $\frac{1}{10}$, quoique de même qualité.

Nous n'avons trouvé de différence entre les fers de première qualité & ceux de Berry, que 8 onces par pied cube, ce qui doit rendre très-circonſpect ſur ces ſortes d'épreuves.

Mais indépendamment de ces obſervations, il paroît conſtant que les fers de meilleure qualité dans chaque ſorte, ſont ceux qui ont une plus grande peſanteur ſpécifique; que l'acier eſt le plus peſant, & qu'il l'eſt moins lorſqu'il eſt trempé; que le fer caſſant à froid, eſt plus peſant que le fer ductile; que le fer caſſant à chaud, eſt le moins peſant des fers battus; qu'enfin la fonte de fer eſt beaucoup moins peſante, & que ſa peſanteur ſpécifique augmente d'autant qu'elle eſt plus pure, qu'elle eſt plus chargée des principes métalliſans, & qu'elle ſe rapproche de l'état du fer battu.

M. Bergman a cherché à tirer des connoiſſances plus approfondies, par la nature des chaux du fer; d'abord il a tenté la déphlogiſtication au dernier période par le moyen des acides, pour tâcher de tirer l'acide radical du fer, comme l'on tire celui du ſucre, des corps muqueux végétaux & de l'arſenic; mais ces

procédés n'ont eu d'autre ſuccès que de faire connoître l'augmentation du poids des chaux de fer, par l'acide qui s'y eſt concentré. Le fer ductile a donné par cent 39 liv. d'augmentation ; le fer caſſant à chaud, 37 ½ liv., & le fer caſſant à froid 40 livres. Mais les parties fixes ne ſe ſont point décompoſées au point de ſe réſoudre en acide radical, dont M. Bergman préſume que le fer, même tous les métaux ſont compoſés. Quoique cette découverte paroiſſe préſenter les plus grandes difficultés, M. Bergman ne déſeſpère pas d'y parvenir.

Dans la ſection qui traite du magnétiſme du fer, l'on trouve deux procédés pour compoſer des aimans artificiels, qui démontrent qu'il n'eſt pas néceſſaire que les parties d'un corps que l'on veut a imanter aient beaucoup d'adhérence ni de liaiſon entre elles, puiſqu'il eſt poſſible de faire des aimans très-puiſſans avec de la limaille de fer & d'acier, très-atténuée par l'eau & le mouvement, & incorporée avec de l'huile : comme il eſt de fait, ainſi que je l'ai remarqué dans une note, pag. 20, qu'il y a des aciers qui reçoivent très-difficilement la vertu magnétique, tandis que d'autres s'en impregnent très-facilement & très-abondamment. Il ſeroit fort ſatisfaiſant de connoître à quel degré les différentes variétés de fonte & de fer peuvent ſe charger du principe magnétique, & s'ils préſentent à cet égard des effets ſenſibles & analogues à leur caractère.

L'on ſait que le fer eſt perméable aux écoulemens électriques, comme à ceux du magnétiſme, ce qui fait ſoupçonner avec fondement, que ces deux principes ont beaucoup d'analogie. L'acier reçoit une plus grande affluence d'écoulement d'atmoſphère magnétique que le fer, parce que l'acier contient une plus grande doſe de la matière du feu qui a un grand rapport avec les atmoſphères électriques. Je vais rappor-

ter une obſervation journalière qui appuie ce ſentiment. La fonte de fer blanche, qui a le plus de rapport à l'acier, eſt ſujette à s'éclater en refroidiſſant, même pluſieurs mois après avoir été coulée, & plus particulièrement ſi elle eſt expoſée à l'air. J'ai vu des plaques de fonte & des boulets, ſe briſer avec fracas à la ſuite d'une pluie orageuſe électriſée par le tonnerre, ſur-tout lorſque ces pièces avoient été échauffées auparavant par l'ardeur du ſoleil.

Je connois la plus grande partie des forges du Royaume; je me ſuis informé exactement, dans chacune de celles que j'ai viſitées, ſi le tonnerre y étoit tombé: par-tout j'ai eu une réponſe univoque, que la foudre n'étoit jamais tombée ſur les bâtimens des ateliers de fabrication; que la tradition la plus reculée ne faiſoit nulle mention qu'une forge ait été frappée du tonnerre. Il faut donc que la matière du fer qui eſt toujours en maſſe & en mouvement dans les forges, abſorbe la matière électrique de l'atmoſphère & empêche l'exploſion. On dira peut-être que les forges étant ſituées ſur le cours des eaux qui coulent toujours dans les lieux les plus bas du ſol, doivent être moins ſujettes par leur poſition, à être frappées de la foudre qui briſe plutôt les grands arbres, les tours & les clochers élevés: mais je repondrai à cette objection, que j'ai vu pluſieurs moulins à farine détruits par le tonnerre, quoique ſitués de même ſur des cours d'eau, ainſi qu'un moulin ſitué à 50 pas d'une forge à fer.

J'ai vu auſſi tomber le tonnerre dans le ſous-biez d'un moulin, & faire mourir une grande partie du poiſſon. Il y a donc lieu de croire que l'atmoſphère magnétique des forges abſorbe l'électricité.

M. Bergman après avoir rempli ſa tâche, avoir démontré les réſultats de ſes propres expériences, & en avoir développé les effets, rapporte quelques expériences de M. de Réaumur, concernant l'adou-

ciſſement de la fonte de fer & de l'acier, par les chaux de fer & celle de la pierre calcaire ; mais l'effet de cette cémentation, ne détruit pas les corps étrangers qui peuvent être dans le fer & dans l'acier, ni n'y en engendre pas. Ces ſubſtances calcaires, ainſi que nous l'avons dit dans nos notes, ſont très-avides de la matière de la chaleur dont elles dépouillent la fonte & l'acier.

Les expériences de M. Rinman, citées enſuite, ne jettent pas beaucoup de jour ſur la nature du fer. Ce ſavant a tenu en cémentation, avec de la poudre de pierre calcaire, dans des creuſets ſcellés, les différentes variétés, qui en 14 jours ont perdu beaucoup de leur poids : ſavoir,

La fonte de fer ductile. . . . . $\frac{26}{100}$.
La même avec des os calcinés. . . . . $\frac{11}{100}$.
Le fer ductile. . . . . $\frac{22}{100}$.
Le fer caſſant à chaud. . . . . $\frac{32}{100}$.
L'acier naturel. . . . . $\frac{21}{100}$.
L'acier cémenté. . . . . $\frac{24}{100}$.

Il n'eſt pas queſtion du fer caſſant à froid, dans ces expériences qui prouvent que le fer trop long-temps expoſé à l'action d'une chaleur véhémente, s'eſt décompoſé, puiſqu'il eſt devenu plus fragile ; ce qui devoit arriver.

Dans le cours de ſon analyſe, M. Bergman tire de ſes expériences, des conſéquences que l'on peut ne conſidérer qne comme des inductions ſur la nature & la quantité des parties conſtitutives du fer dans ſes divers états (ſection IX : G).

La fonte de fer, ou fer crud ſelon cet auteur, contient plus de parties étrangères, c'eſt-à-dire de matière ſiliceuſe, de plombagine & de manganaiſe, ce que l'on doit entendre dans les articles ſuivans ; qu'elle eſt moins chargée de phlogiſtique coagulant & de réducteur, que l'acier & le fer ; la plombagine ſemble

être néceſſaire à ſa conſtitution ; cependant ailleurs M. Bergman dit que la plombagine s'oppoſe à la fuſibilité du fer, (ſection X : G). Comment accorder deux effets contraires ? car la plombagine étant plus abondante dans la fonte que dans le fer, elle devroit rendre la fonte plus infuſible que le fer ; cependant la fonte eſt fuſible, & le fer ne l'eſt pas : mais c'eſt que la fonte contient moius de phlogiſtique, que de la matière de la chaleur qui eſt le principe de la fuſibilité.

M. Bergman dit que l'acier contient moins de parties étrangères que la fonte, & plus que le fer ; ce qui paroît démontré par ſes expériences qui indiquent auſſi que l'acier eſt doué d'une plus forte doſe de chaleur & de phlogiſtique. Il penſe que la plombagine eſt un principe néceſſaire à l'acier, qu'elle eſt auſſi la cauſe de ſon endurciſſement à la trempe. Nous ne penſons pas de même.

Il eſt certain que l'acier naturel & le cémenté ſont plus purs que la fonte, parce que l'affinage les a dépouillés de beaucoup de matières étrangères : mais comment l'acier cémenté peut-il contenir plus de plombagine, de manganaiſe ou de matière ſiliceuſe, que le fer dont il eſt formé, & dans lequel ſûrement on n'a pu introduire, par les procédés de la cémentation, ni manganaiſe, ni plombagine, ni matière ſiliceuſe ; ou du moins cela n'eſt pas encore vraiſemblable ? On pourroit objecter, en s'appuyant du ſentiment de M. Bergman, que ces ſubſtances étrangères ſe forment par le mécaniſme de la cémentation, & qu'elles deviennent le principe aciérant ; mais il faut le prouver par la démonſtration ; & voici la route qu'il conviendroit de ſuivre.

L'on prendroit du fer doux en quantité ſuffiſante, afin d'avoir des produits aſſez conſidérables pour travailler en grand avec certitude : on le feroit diſſoudre par l'acide vitriolique pour en ſéparer la plombagine ;

la diſſolution bien claire & bien homogène ſeroit précipitée par une liqueur alkaline cauſtique; le precipité ſeroit ſucceſſivement ſéché & mis en digeſtion avec l'acide nitreux, l'acide marin & l'acide du vinaigre; enſuite cette chaux épuiſée de toutes ſubſtances étrangères, ſeroit revivifiée en fonte de fer, affinée enſuite pour la faire paſſer à l'état de fer ductile qui ſeroit converti en acier par la cémentation, & puis analyſé pour connoître s'il ſe ſeroit formé de la plombagine, de la manganaiſe & de la matière ſiliceuſe: alors on pourra décider que ces trois ſubſtances ſont des réſultats de particules ferreuſes détruites & recombinées par une nouvelle modification; & quand on aura bien prouvé cette thèſe, je démonrrerai que la plombagine n'eſt point le principe aciérant, n'eſt point la cauſe de l'endurciſſement de l'acier par la trempe, & que c'eſt uniquement la matière de la chaleur qui eſt plus abondante dans l'acier que le phlogiſtique, qui lui donne la propriété de durcir à la trempe; ainſi qu'au verre qui en eſt également ſuſceptible à un ſi haut degré, qu'il éclate ſeul, parce que dans le verre, la matière de la chaleur eſt unie à la matière électrique, ce qui ſe démontre par le matras de Bologne & la larme batavique.

Le fer doux & ductile à chaud & à froid, ſelon M. Bergman, eſt particulièrement le fer pur. Sa ductilité & ſon élaſticité, procèdent d'une juſte combinaiſon de la matière de la chaleur & du phlogiſtique. Je ſuis d'accord ſur ce point avec ce ſavant. La matière de la chaleur & le phlogiſtique, ſont deux êtres qui ont une très-grande affinité; ils s'attirent l'un & l'autre, & lorſqu'ils ſont en forces égales, ils concourent au même but; mais lorſque l'un domine l'autre, le dominant déploie toute l'énergie de ſon action, en raiſon de ſon excédence, & diminue d'autant l'effet de celui qui eſt en moins, & qui lui eſt ſubordonné.

Ce juſte point de ſaturation donne la ductilité complète & la ténacité. Dans la fonte & l'acier, c'eſt la matière de la chaleur qui eſt prédominante ; auſſi l'acier a-t-il plus de diſpoſition à la fuſibilité que le fer, ce qui le rapproche de l'état de la fonte qui de toutes les varietés du fer eſt douée prééminement de la propriété fuſible ; elle eſt privée de la ductilité & preſque de l'élaſticité.

M. Bergman en expoſant ſon ſentiment ſur la cauſe de la fragilité du fer caſſant à chaud, penſe qu'elle procède d'un corps quelconque qui déteriore le phlogiſtique du fer, & lui donne une mauvaiſe odeur. Le phlogiſtique n'a pas beſoin d'être impregné de rien de vicieux pour exhaler une odeur déſagréable, importune ; ſur-tout celui qui ſe developpe du fer & du charbon. Cette odeur peut cependant être encore ſurchargée par la conſtitution des corps dont il ſe ſépare, c'eſt-à-dire, par les ſubſtances huileuſes qui ſe combinent avec lui; mais nous ſommes fondés à croire que ce n'eſt que la ſurabondance du phlogiſtique qui produit le vice du fer caſſant à chaud. Le phlogiſtique uni à l'air, eſt l'aliment du feu : un corps qui en eſt ſurchargé, & qui eſt expoſé au feu, en eſt promptement pénétré. Le feu cherche ſon aliment diſſéminé dans les molécules du fer, les ſépare, les brûle, & cette deſtruction légère empêche de rallier les parties du fer, & de ſe ſouder à chaud.

M. Bergman n'eſt pas bien éloigné de ce ſentiment : car il reconnoît dans le fer caſſant à chaud, une ſurabondance de phlogiſtique : il eſt vrai qu'il met la matière de la chaleur auſſi en plus dans cette variété de fer, dans lequel je conſidère le vice de caſſant à chaud, comme procèdant d'une ſurabondance de phlogiſtique, & en excédance à la matière de la chaleur.

Le fer caſſant à froid tire l'origine de ce défaut, ſelon

M. Bergman, de la chaux blanche qui ſe précipite de la diſſolution du fer, (exp. 268), dans l'acide vitriolique; laquelle il regarde comme ſurchargée de phlogiſtique. Je penſe au contraire, que cette chaux eſt plus chargée de la matière de la chaleur, & que ce ne pourroit être qu'à cet égard qu'elle pourroit contribuer à la fragilité du fer caſſant à froid; car je ſuis bien perſuadé que ce n'eſt que l'excès de la matière de la chaleur qui rend le fer caſſant à froid, ainſi que l'acier dont il eſt très-voiſin, & il n'en diffère que du plus au moins; car tout fer caſſant à froid, montre la propriété de l'acier, c'eſt-à-dire, de chauffer promptement, & de prendre de la dureté à la trempe.

Je ſuis très-convaincu que la quantité différente & reſpective de la matière de la chaleur & du phlogiſtique, forment la ſeule cauſe des variétés du fer, ſans avoir égard aux matières étrangères. Plus de matière de la chaleur & moins de phlogiſtique, produiſent une couleur blanche, une ſubſtance grainue, la fuſibilité & la fragilité à froid dans la fonte, l'acier & le fer caſſant à froid. Une doſe de l'une & de l'autre, balance les effets de l'excès, donne une couleur griſe, une étoffe fibreuſe, de la ténacité & de la ductilité dans tous les cas; tel, le fer doux & ductile. Plus de phlogiſtique que de matière de la chaleur, rembrunit la couleur griſe, augmente le nerf, décompoſe une partie de la ſubſtance du fer, le fait brûler; tel, le fer caſſant à chaud: auſſi voit-on que cette variété du fer contient plus de ce que M. Bergman appelle plombagine.

L'on dira; mais certain minerai de fer, donne conſtamment du fer ductile; un autre, du fer caſſant à chaud; un autre, du fer caſſant à froid. J'ai deux reponſes à faire à cette objection qui eſt très-fondée, & qui ſembleroit attaquer mon ſentiment par ſes baſes.

La première eſt de pratique : que l'on me donne une gueuſe de fonte de fer, diviſée en quatre parties, ou quatre gueuſes coulées du même jet de fonte, laquelle ſera conſéquemment identique. Avec le n°. 1^er^, je ferai du fer très-doux, nerveux, ductile à chaud & à froid, du fer de bonne qualité. Avec le n°. 2^e^, je ferai du fer caſſant à froid. Avec le n°. 3^e^, je ferai du fer, partie fer ductile, & partie acier. Avec le n°. 4^e^, je ferai de l'acier pur & homogène. J'emploierai cependant le même foyer, pour conſerver les mêmes ſoufflets; j'uſerai du charbon pris au même tas, pour les quatre opérations; je ne ferai que changer la forme du foyer & la direction du vent, & plus ou moins travailler le fer. Voilà un fait qui ſe paſſe tous les jours ſous les yeux de ceux qui veulent le voir; & ſouvent un affineur demande à ſon maître, s'il travaillera en fer doux, en fer caſſant, ou en fer fort qui eſt aciéreux.

Il arrive tous les jours, que l'on trouve des fers caſſants, lorſqu'ils ſont en barres brutes, telles qu'elles ſortent de la première fabrication; & qu'en les corroyant ou en les paſſant au reverbère des fenderies & des platiſſeries, ces fers reprennent du nerf & de la ductilité, en perdant leur fragilité à froid.

De ces faits, ne peut-on pas conclure, que ce ne ſont point des matières introduites qui ont modifié ces fers provenans de la même fonte, & que ce n'eſt que la manière d'appliquer le feu aux molécules métalliques, pour les imprégner à volonté, plus ou moins, de la matière de la chaleur ou du phlogiſtique?

Quant aux propriétés des minerais qui impriment des caractères conſtans dans chaque eſpèce, & varians dans chaque genre, ces cauſes ne ſont point occultes.

En général, il n'y a que trois ſubſtances terreuſes, la vitreſcible, l'argilleuſe & la calcaire; toutes les au-

tres terres différemment qualifiées, ne ſont que des dérivés & des nuances de ces trois baſes fondamentales. En écartant les ſubſtances métalliques & les principes minéraliſateurs qui peuvent être combinés avec les minerais, nous verrons que la ſubſtance vitreuſe ſurabonde en matière de la chaleur, & que toutes les mines qui en ſont impregnées, donnent des fers caſſans à froid, & produiſent de l'acier; mais pour cette dernière variété de fer, lorſque le minerai n'en contient pas aſſez, on y en ajoute pendant l'opération.

La ſubſtance calcaire au contraire, eſt très-pauvre en matière de la chaleur, en eſt très-avide & contient du phlogiſtique; elle produit des fers doux & ductiles. Une juſte doſe de ces deux ſubſtances produit un merveilleux effet, en ce que, ſe ſervant mutuellement de fondant, elles ſe pénétrent, ſe diſſolvent, combinent leur principe au point de la ſaturation, accélèrent la fuſion du minerai, ne fourniſſent à la fonte aucun principe additionnel, ſurabondant; & il en réſulte un fer fort nerveux, doux & ductile. C'eſt ſur ce principe qu'eſt fondée une excellente obſervation de pratique qui a démontré l'avantage de combiner les minerais calcaires avec les vitreſcibles, pour les traiter dans les grands fourneaux de fonderie. Lorſque l'on n'a que des minerais vitreſcibles ou argilleux, il faut y combiner de la caſtine ou pierre calcaire, & *vice verſâ*; ſi l'on n'a que des minerais calcaires, il faut y employer du quartz ou de l'argile.

Les nuances infinies des variétés de la propriété des fers, procèdent bien plus de la graduation de l'excès ou du moins du principe du feu; & du phlogiſtique, que des ſubſtances métalliques ou autres qui peuvent y être combinées ou interpoſées, & d'après ces principes fondés ſur la pratique, voici un tableau hypothétique de ces proportions dans les variétés du fer.

Tableau hypothétique des quantités reſpectives de la matière de la chaleur & du phlogiſtique qui conſtitue les différentes variétés du fer.

Variétés du Fer.	Matière de la chaleur ou feu fixe.	Phlogiſtique, ou feu volatil.
Fonte blanche. .	150. . .	50.
Fonte griſe. . .	140. . .	60.
Fonte noire. . .	135. . .	65.
Régule.	120. . .	80.
Acier.	110. . .	90.
Fer doux ductile. .	100. . .	100.
Fer caſſant à chaud.	95. . .	105.
Fer caſſant à froid.	105. , .	95.

Je ne prétends pas aſſigner des quantités poſitives mais ſimplement proportionnelles, à très-peu près.

Je penſe que pour parvenir à connoître parfaitement les parties conſtitutives du fer, & celles des matières étrangères métalliques qui peuvent ſe combiner, & les terreuſes qui s'interpoſent avec les molécules du fer, l'on ne devroit pas négliger de faire des analyſes exactes de tous les recrémens des forges, même des mines de chaque caractère ; afin de connoître d'abord quelles ſont les ſubſtances qui ſont minéraliſées, combinées & mélangées avec les minérais, & qui peuvent s'unir au fer dans les diverſes opérations de ſa métalliſation : d'un autre côté, en examinant les recrémens du fer, l'on découvriroit les matières qui s'en ſéparent plus ou moins, & dont des portions peuvent reſter unies au fer par l'effet de l'inexactitude des opérations de l'affinage.

Les mines les plus importantes à examiner, ſont les mines primitives minéraliſées en filons. Il y en a une

une nombreuſe variété dans les hautes montagnes.

Les mines ſecondaires en hématites qui ſont dépoſées en bancs, comme les pierres calcaires ſur les pays élevés.

Celles en hématites en pierre qui ſont enſachées dans les rochers calcaires, ſur les moyens côteaux.

Les mines limoneuſes, en marrons, piſolites, oolites, gréluche, ſable & limon, qui occupent les vallées, les plats-pays & les marais.

Enfin, les mines aérées qui ſont des débris des mines entraînées, ſont errantes ſur la ſurface de la terre, & qui y ont ſéjourné long-temps.

Toutes ces mines dont la nomenclature eſt auſſi inutile ici qu'elle eſt immenſe, ſont exploitées dans les forges françoiſes diſtribuées dans les différentes provinces.

Les recrémens des forges ſont très-nombreux; leur analyſe jetteroit beaucoup de jour, non-ſeulement ſur la phyſique du fer, mais même donneroit des connoiſſances chymiques qui contribueroient à la rectification des opérations des forges.

Les recrémens qu'il conviendroit analyſer, ſont:

1°. Les laitiers vitreux des fourneaux, qui ſont compactes, peſans ou légers, opaques ou tranſparens, de couleur verte, bleue, griſe, noire, blanche, gris de lin.

2°. Les grappes qui s'élèvent & s'attachent au deſſus de la tympe des fourneaux, & au taqueret.

3°. La pouſſière griſe qui s'attache à la poitrine & les marâtres du fourneau.

4°. Les fleurs blanches, griſes ou brunes qui s'attachent autour de la bure ou orifice ſupérieur du fourneau, que l'on nomme ordinairement gueulard.

5°. Les matières qui ſe ſubliment & s'attachent dans l'intérieur du fourneau au deſſous de la charge; c'eſt-à-dire, 4 à 5 pieds au deſſous de la ſurface de la bure.

6°. La limaille qui ſurnage la fonte noire, s'attache aux ringards du fourneau, & flotte dans l'air.

7°. Le régule du fer qui ſe forme au deſſous du bain, & que l'on retire du fourneau après qu'il eſt hors de feu, ſouvent en maſſes énormes.

8°. Les laitiers recuits qui environnent ces maſſes que l'on nomme ſarrazins, & qui forment tantôt un quartz artificiel, tantôt une eſpèce de porcelaine.

9°. La mine coagulée qui s'attache au haut des étalages qui compoſent le ſecond foyer intérieur.

10°. Les ſcories qui proviennent de la fonte refondue dans des mazeries au feu excité par le vent des ſoufflets.

11°. Les ſcories qui reſtent dans les fours de réverbères dans leſquels on refond la fonte au feu de flamme de charbon de terre.

12°. Les ſcories qui ſortent par le chiot des affineries, & qui ſont de deux caractères, ſavoir, les laitiers doux & les laitiers aigres ou tranchans, riches ou pauvres.

13°. Ces mêmes laitiers rebrûlés.

14°. Les laitiers de toutes les eſpèces de chaufferie, doux & aigres, riches ou pauvres.

15°. Les grappes qui s'attachent au deſſus de la tuyère, au mureau des affineries.

16°. Les incruſtations qui ſe forment après les pierres des ſurfaces intérieures des cheminées, des affineries & des chaufferies, & de tous les autres foyers.

17°. Les grains du ſtock.

18°. Le hameſelack du bache.

19°. L'eſpèce d'æthiops qui pénètre le blocage du ſtock, & ſe durcit en ſchlich, autour de la baſe de l'enclume ſous le blocage.

20°. La matière pulvérulente qui ſe dépoſe ſur le drome des ordons de marteau.

21°. Le cambouis des tourillons, des roues, des

baſſes-comtes & des cammes ; des tenailles, des chocs & des lires des fileries, lequel eſt une eſpèce d'æthiops martial fait par les corps gras.

22°. Le ſafran de mars qui ſe forme de la décompoſition des pièces de fonte expoſées au feu de flamme dans les réverbères, telles que les châſſis des bouches des naſes & des toqueries.

23°. Le ſafran de mars qui s'attache à l'entrée des bouches des fours de réverbère dans leſquels on chauffe du fer battu pour les fenderies, les ferblanteries & platiſſeries.

24°. Les pailles de fer des fenderies qui ſont produites par la ſurface d'un fer décompoſé par la flamme, ſouvent qui criſtalliſe comme le givre aux vitres des appartemens.

25°. Les eaux aigres des ferblantiers qui ont ſervi long-temps à décaper.

26°. Les ſcories des aciéries, lorſque l'on mazelle la fonte ; celles lorſque l'on fait l'acier, & celles lorſqu'on le chauffe ſeulement pour l'étirer.

27°. Les ſcories des almanderies où l'on chauffe & l'on fait des pâtés d'acier cémenté & naturel pour le corroyer.

28°. Les pailles du fer ductile, du caſſant à chaud & du caſſant à froid, qui tombent au pied de l'enclume, lorſque l'on ne fait que chauffer & étirer ; ce ſont des parties décompoſées du fer, elles ſont fragiles & attirables.

29°. Les pailles de même nature, provenant du forgéage de l'acier.

Il conviendroit auſſi de faire des analyſes comparatives de la fonte de première goutte, ou provenant immédiatement de la fuſion du minerai, avec la même fonte refondue au feu du ſoufflet & au feu de réverbères, & celle expoſée long-temps à l'action de la flamme, au point de la rougir au blanc. Ce dernier

point eſt ſingulièrement intéreſſant pour l'artillerie, & pour ſtatuer ſur une conteſtation élevée ſur le rougiſſage des boulets.

Il ſeroit bien utile d'examiner avec attention le caractère particulier des caſtines les plus propres à ſervir, tant de fondant que de correctif, & de même celui de l'herbue que l'on emploie au fondage des mines, afin de déterminer invariablement, avec connoiſſance de cauſe, les eſpèces de ces deux ſubſtances les plus propres. Les uns emploient la pierre griſe; les autres la pierre blanche, brillante, le ſpath; d'autres la craie, le tuf; d'autres enfin, les coquillages. Il n'y a rien de précis ſur la préférence que l'on doit donner à ces matières dont le caractère influe toujours ſur la quantité du produit d'un fourneau, & ſur la qualité de la fonte qui en provient.

Un autre point de phyſique bien deſirable, c'eſt de parvenir à déterminer quel eſt le véritable point de perfection de l'état du fer, dans lequel il ne ſoit contenu nulle autre choſe que ſes propres élémens, dans la juſte proportion qui conſtitue l'unité & la pureté du fer, avec toutes ſes propriétés dans le haut degré de perfection, c'eſt-à-dire, ſon plus haut titre; ainſi que l'on connoît que le cuivre & l'argent ſont à douze deniers, & l'or à vingt-quatre karats.

La coupelle que l'on emploie pour ces trois derniers métaux, n'eſt pas praticable pour le fer; puiſque l'on s'en ſert pour ſcorifier le fer, & le ſéparer des métaux fins que l'on veut affiner. Il faut donc recourrir au départ par les acides, y employer les procédés indiqués par M. Bergman, pour enlever au fer précipité en chaux, les parties étrangères qui ont été diſſoutes par l'acide vitriolique, & qui peuvent être attaquées par d'autres acides; procéder enſuite, après l'édulcoration & la calcination des chaux, à leur revivification. Le fer en cet état ne ſera pas du fer mal-

léable ; ce ne ſera que de la fonte de fer qu'il faudra affiner par le corroyement, le ſuage & le martelage, au point du fer ductile & infuſible ſans intermède. Alors ce fer, ſi on a ſu ne lui donner que la juſte doſe de matière de la chaleur & du phlogiſtique, ne participera en rien de l'acier, ni du fer caſſant à chaud, ni de celui caſſant à froid ; il ſera doux & ductile à chaud & à froid, ne durcira point à la trempe, enfin ſera du fer au titre.

Mais l'on ne ſaura jamais préciſément combien il aura perdu des matières étrangères ; car la diminution qu'il aura éprouvée par la diſſolution, la revivification & l'affinage, ne donnera pas le poids ſeulement des parties étrangères ſéparées ; puiſque le fer a une ſi grande affinité avec la matière de la chaleur, qu'il s'en ſurcharge dans ſa ſuperficie, laquelle ſe décompoſe & paſſe à l'état de ſcories, ce qui fait une ſouſtraction ſouvent très-conſidérable du poids du fer.

Ces moyens d'éprouver le titre du fer, ou plutôt ſa pureté, ſont longs & diſpendieux, & ne ſont praticables que dans la phyſique pratique, & non dans le commerce, ou pour les arts qui exigent des fers de la plus haute qualité, tels que l'artillerie. Mais ces moyens, tout longs & diſpendieux qu'ils ſont, ne ſont point à négliger pour avoir un point & une baſe uniformes de comparaiſon, pour juger de la qualité des différentes variétés du fer qui ſe fabriquent & qui circulent.

Il eſt pluſieurs moyens d'en faire la comparaiſon ; en voici un que je propoſe, d'après les principes d'hydroſtatique poſés par Archimède.

L'on formera avec le fer fait par les procédés que nous avons indiqués, un parallélipipede de 4 pouces de longueur & de 2 pouces d'épaiſſeur, forgé & contreforgé à chaud & nullement à froid ; il ſera calibré bien juſte, à angle droit, limé & poli ; l'on en con-

ſtatera le poids dans l'air & dans l'eau diſtillée au terme de 15 degrés ; il peſera environ 5 liv. & plus, & environ 546 liv. le pied cube.

Le poids & la peſanteur ſpécifique ſeront la baſe de comparaiſon, pour juger de la qualité des fers : ceux qui peſeront moins, ſeront des fers caſſans à chaud : ceux qui peſeront plus, ſeront des fers aciéreux caſſans à froid.

On démontrera encore la qualité aciéreuſe de ces derniers, en les faiſant chauffer blanc & tremper ; ſi après qu'ils auront ſubi cette trempe, leur peſanteur ſpécifique diminue, c'eſt une preuve qu'ils ſont aciéreux, & les degrés de diſtinction de leur peſanteur ſpécifique après cette épreuve, indiqueront le plus ou moins d'acier qu'ils contiennent.

La différence de la peſanteur ſpécifique du fer ductile avec les fers caſſans à froid, eſt dans les extrêmes, 7751 :: 7792, ſuivant M. Bergman.

Dans les forges, il eſt d'uſage de dire que les fers doux ne reviennent pas à la balance, & que les fers caſſans à froid y reviennent bien ; c'eſt-à-dire, qu'il faut plus de barres, de même calibre, de fer doux pour peſer le millier, que de celui qui eſt caſſant à froid. Les forgerons dont les ſalaires ſont fixés au millier, aiment mieux travailler dans les fers caſſans, que dans les fers doux. Les fibres du fer doux ſe déſuniſſent, gonflent ſon étoffe, & lui font occuper plus de volume ; au lieu que les fers caſſans à froid dont la pâte eſt grenue, reſſerrent leur étoffe, en concentrent le tiſſu & lui donnent plus de denſité : ce qui me fait croire que la matière du fer qui domine dans le fer caſſant à froid, & dans l'acier, eſt ſpécifiquement plus peſante que le phlogiſtique qui domine dans le fer caſſant à chaud, & eſt en volume égal dans le fer doux.

Il y a pluſieurs autres moyens de meſurer les de-

grés de force, d'élaſticité & de tenacité des fers, par des poids ſuſpendus aux extrémités d'une barre de fer en équilibre, par des efforts avec des viſſes, ou par des fils calibrés auxquels on ſuſpend des poids juſqu'à ce qu'ils rompent.

En réſumant ici le but de l'ouvrage de M. Bergman & de mes obſervations, qui eſt de connoître les cauſes originaires des variétés du fer, j'obſerverai que quoique j'aie combattu en pluſieurs points l'opinion de M. Bergman, je lui dois la juſtice d'avouer que je lui ai la plus grande obligation, en mon particulier, des nombreuſes expériences qu'il a faites, toutes auſſi ingénieuſes qu'elles ſont lumineuſes; & ſi elles n'ont pas porté toujours un caractère d'évidence dans les réſultats, ni concouru au but de l'auteur, c'eſt qu'elles ont été faites peut-être à trop petites doſes: mais elles m'ont confirmé dans le ſentiment que j'ai déja développé dans le traité ſur l'acier que je publierai inceſſament, lequel ſentiment eſt fondé ſur la matière de la chaleur & du phlogiſtique qui ſeuls opèrent les différentes variétés du fer, ſans rejeter les parties étrangères qui peuvent être combinées avec le fer, & peuvent ſeulement modifier quelques-unes de ſes propriétés.

Je ne crois pas qu'aucun ſavant avant moi, ait avancé ces principes dont M. Bergman n'eſt pas éloigné; je les développerai & les porterai au point de la conviction dans l'ouvrage dont je viens de parler. Ce que j'en ai dit dans cet Appendice, ſuffit pour mettre ſur la voie, & pour rendre mon ſentiment au moins vraiſemblable.

En reliſant ma correſpondance avec le célèbre Alexis-Fréderic Cronſtedt, Intendant des mines de Suède, je trouve dans deux lettres datées d'Aveslad, des 14 mai 1760 & 2 février 1761, des obſervations qui ont un très-grand rapport avec l'objet des recherches de M. Bergman.

Dans la première, après avoir approuvé ma manière de chercher à connoître les parties conſtitutives du fer, plutôt que de s'attacher aux couleurs, aux angles & aux facettes des criſtaux, ce ſavant me parle de la matière blanche qui ſe trouve au fond des fourneaux, que j'avois démontrée & analyſée, laquelle il juge être analogue à la fleur du fer; » que l'on peut » imiter & en faire *ſur la poitrine*, (manière de s'ex- » primer en Suède) comme on dit ailleurs, (*in vola* » *manus*), la revivifier & la rendre attirable à l'aimant, » même à la flamme d'une chandelle. »

Dans ſa ſeconde lettre, M. Cronſtedt parle des expériences de MM. Rinman & Quiſt qui ont obſervé qu'une ſurabondance de phlogiſtique rend le fer infuſible, ce qui pourroit ſervir à diſtinguer le fer de la fonte & de l'acier, quand même on regarderoit comme une erreur populaire, qu'il entre plus de phlogiſtique dans l'acier que dans le fer.

Il parle plus particulièrement d'une matière noire, écrailleuſe & ſoyeuſe qui ſe forme dans les fourneaux des forges, quand la proportion du charbon ſurpaſſe celle du minerai. C'eſt cette ſubſtance noire dont j'ai parlé dans mon mémoire ſur les métamorphoſes du fer en 1761, ſous le nom de *limaille*, & dont j'ai fait mention dans cette traduction.

M. Cronſtedt dit qu'il a trouvé un grand rapport entre cette ſubſtance & la molybdène, & avec les ſcories d'un bitume brûlé qui ſe trouve dans les mines de fer de Suède (mine de fer ſpéculaire); que les expériences que M. Quiſt a faites ſur cette molybdène, ſont aſſez remarquables, & qu'il a obſervé que cette molybdène eſt indeſtructible au feu, lorſqu'elle eſt en contact avec les charbons; mais, que ſi on l'expoſe au feu de calcination, elle s'envole & ſe ſublime ſous une forme cotoneuſe, qui ſe détruit en étincelles; que ſi on peut raſſembler de ces flocons, on reconnoît que ce ſont des fils ou des criſtaux; qu'il croit

que c'eſt un compoſé de ſoufre & de fer, mêlé de tant ſoit peu d'étain. Nous aſſurons que ce n'eſt point du ſoufre qui conſtitue cette eſpèce de molybdène, puiſqu'elle ne détonne pas avec le nitre.

Il ne faut pas que le terme de molybdène faſſe ici équivoque ſur le mot, parce que M. Cronſtedt s'eſt ſervi du même terme pour exprimer & la molybdène proprement dite, & la plombagine qu'il a rangée dans deux ordres de minéraux ; & c'eſt avec toute juſtice de cauſe que M. Bergman lui reproche dans cette diſſertation, cette bigamie de nom. J'avois de même prévu cette amphibologie, lorſque M. Cronſtedt m'envoya le plan de ſa minéralogie qu'il fit imprimer en allemand, ſous l'anonyme, parce qu'il attaquoit de front le ſyſtême du Chevalier Linné ; mais il n'étoit plus temps de rectifier cette erreur de mots. Il n'en eſt pas moins conſtant que cette plombagine que M. Bergman a retirée du fer dans ſes divers états, a la plus grande analogie avec cette prétendue plombagine de M. Cronſtedt, ſur laquelle M. Quiſt a fait des expériences, & que j'ai apperçue dès que je me ſuis occupé du fer. Je l'ai démontré à l'académie des ſciences, en 1761, dans mon mémoire ſur les métamorphoſes du fer, que je n'ai fait imprimer qu'en 1775, pour le réunir à mes différens mémoires académiques.

L'obſervation de M. Bergman n'en a pas moins de mérite ; elle confirme des faits avancés & démontrés, que des ſubſtances qui peuvent ſe ſéparer de la fonte, peuvent auſſi ſe perpétuer dans les diverſes variétés du fer qui en procèdent. Je ſuis bien perſuadé que ce ſavant pouſſera plus loin ſes recherches ſur cet objet.

Je m'impoſe de mon côté, au premier moment de loiſir, l'obligation de m'occuper très-ſérieuſement de cette matière étrangère & accidentelle au fer, mais qui ne procède pas moins d'un principe ferrugineux, uni à la ſubſtance talqueuſe : elle a même beau-

coup d'analogie avec les mines de fer ſpéculaires, réduite en ſchlich par la nature.

C'eſt entre ces deux ſubſtances que je me propoſe de partager mon attention & de faire un travail comparatif. J'invite d'autres ſavans à s'en occuper, pour raſſembler un plus grand faiſceau de lumière ſur la phyſique du fer, qu'il eſt temps de faire ſortir de l'enfance & de la barbarie.

L'or & l'argent ne ſont que trop connus par ceux qui en abuſent; le fer ne l'eſt pas encore par ceux qui en ont beſoin.

Pendant l'impreſſion de cet ouvrage, j'ai lu dans le journal des ſavans du mois d'octobre 1782, un extrait fort ſuccint de la diſſertation de M. Bergman, dans lequel l'auteur qui ne s'eſt pas fait connoître, obſerve judicieuſement que la théorie que M. Bergman fonde ſur ſes expériences, eſt bien contraire aux principes établis par M. Crawford, qui croit que plus une ſubſtance contient de phlogiſtique, moins elle contient de principe de la chaleur.

Je regrette de n'avoir eu aucune connoiſſance des ouvrages de M. Crawford; mais quoi qu'il en ſoit, tous les principes que j'ai poſés ſur la théorie de la chaleur & du phlogiſtique, ſont conformes à celui qu'il paroît que M. Crawford a adopté; & l'on verra par le tableau que je préſente de ces proportions de la chaleur & du phlogiſtique qui caractériſent les différentes variétés du fer, qu'elles ſont d'accord à cette doctrine, pag. 176.

Les moyens que M. Bergman a employés pour meſurer & peſer les quantités reſpectives de ces principes conſtitutifs du fer, ne paroiſſent pas ſuffiſans pour les développer; car, d'après la théorie de ce ſavant, il faudroit croire que la chaux du fer ſoumis à la diſſolution dans l'acide nitreux, ne contiendroit plus de la matière de la chaleur, ce qu'il n'eſt pas poſſible de préſumer.

MÉMOIRE

Sur les Moyens de perfectionner le travail des Ancres de Marine,

Lu à l'Académie des Sciences le 20 décembre 1780.

Par M. Grignon, Chevalier de l'ordre du Roi.

AYANT eu occaſion de jeter un coup d'œil ſur les travaux des forges de Guerigny & de Coſne, dans leſquelles on fabrique les ancres pour la marine royale, j'ai cru appercevoir la néceſſité & les moyens de perfectionner ce travail.

Une ancre eſt une maſſe de fer ſouvent énorme dans ſes diverſes proportions ; elle doit oppoſer au vaiſſeau une réſiſtance ſupérieure à l'impulſion qu'il reçoit des vents, des courans & des lames.

Si les molécules des métaux fondus, & particulièrement de la fonte de fer, avoient la même adhérence entre elles que celles des métaux forgés & ſoudés, l'on préféreroit ſans doute la méthode de couler des ancres à celle de les forger ; parce que des ancres coulées d'un ſeul jet, ſeroient compoſées d'une maſſe plus pleine & ſous une forme plus reguliére que celle de fer forgé ; elles auroient même l'apparence de comporter moins de ces défauts extérieurs qui ſont inévitables dans le forgéage des groſſes pièces ; mais elles ſeroient plus fragiles, parce que l'action du feu dans la fuſion des métaux, opère une ſorte de diſſolution des parties conſtitutives, & y introduit une ſub-

ſtance qui s'interpoſe entre les molécules métalliques, & conſequemment en affoiblit la liaiſon & la réſiſtance.

L'on eſt donc obligé de compoſer les ancres de fer forgé ; & après avoir tenté ſans ſuccès d'en faire avec des loupes additionnelles, même avec des miſes ſuperpoſées, on s'eſt vu forcé de compoſer la maſſe des ancres avec des barres de fer rangées par lits les unes ſur les autres, & dont on forme des trouſſes. Ces barres ſont liées avec des frettes, afin de les contenir dans l'ordre qu'on les range, avant que de les expoſer au feu qui doit les amollir au point de pouvoir être ſoudées, au moins extérieurement, par la percuſſion d'un gros marteau mu par l'eau (A).

La tige & les deux bras des ancres, ſont donc compoſés de trouſſes, qui, après avoir été corroyées ſéparément, ſont ſoudées enſemble en un ſeul point qui eſt celui de la croiſée de l'ancre. L'on ſoude enſuite une patte à l'extrémité de chaque bras ; cette ſoudure ſe fait d'une ſeule chaude, auſſi eſt-elle toujours incomplete.

Enfin, l'on perce dans le carré de la tige, à l'extrémité de la culaſſe, un trou pour recevoir l'organeau. Ce trou ſe fait avec un ſeul poinçon, ou ſucceſſivement avec pluſieurs que l'on force de pénétrer dans le vif de la maſſe carrée, ſous les coups du gros marteau, ou à force de marteaux à bras.

De ces trois opérations principales, il réſulte trois défauts eſſentiels.

1°. La maſſe de la tige & celle des bras ne ſont point ſoudées intérieurement.

2°. Les pattes ne ſont jamais ſoudées dans toute

(A) Il n'y a pas long temps que l'on faiſoit en Suède, les ancres avec des loupes poſées par échelons, & ſoudées les unes aux autres. Je ne ſais ſi l'on continue actuellement à ſe ſervir de cette méthode.

la longueur de la partie du bras auquel elles touchent.

3°. Enfin, le trou de l'organeau eſt rarement au centre de la partie carrée de la tige, & les maſſes qui l'environnent ſont gercées, fendues & crevées par l'effort du poinçon qui ne perce qu'en écartant les parties de l'étoffe, ce qui la déſunit & en rompt le tiſſu; d'où réſulte un affoibliſſement qui prépare la ruine de cette partie, ſur-tout de celle qui eſt la plus mince, parce qu'elle céde à l'effort en raiſon de ſa dégradation & du moindre volume de ſa maſſe. Les accidens qui arrivent fréquemmment aux ancres dans les épreuves ou dans le ſervice, démontrent la vérité de mes obſervations. Si l'on examine les ancres qui rompent, ſoit dans le gros des bras, ſoit dans leur tige, l'on voit qu'il n'y a que le pourtour extérieur qui ſoit ſoudé; tandis que les barres de l'intérieur ne ſont que juxtapoſées ſans aucune adhérence intime.

J'ai remarqué ce défaut eſſentiel dans différents ports, ſur pluſieurs ancres rompues, particulièrement au Croiſic en Bretagne, où l'on a retiré de la mer une partie de l'armement & des agrêts du Soleil-Royal qui a été brûlé près de ce port. Parmi ces pièces, il y a une ancre du plus gros calibre; elle eſt rompue aux deux tiers de la longueur de ſa tige; dans cette fracture qui n'a pu être occaſionnée que par un très-violent effort, l'on voit diſtinctement que toutes les barres du milieu de la tige n'ont aucune adhérence entre elles; même celles du centre ont été arrachées de huit à dix pouces de longueur, par l'effort qui a fait plier & rompre cette tige; qu'elle ne tient plus que par l'écorce extérieure au côté oppoſé à celui par lequel elle a été entamée.

Si ces barres intérieures euſſent été ſoudées entre elles, qu'elles euſſent formé une maſſe continue du centre à la circonférence; ou l'effort qui a rompu cette ancre, eût été mille fois ſupérieur; ou elle n'eût pas cédé à ſon choc.

Mais l'on ne parviendra jamais à ſouder les barres qui forment l'intérieur de la tige & des bras des ancres, en ſuivant les procédés uſités dans les manufactures de Guerigny & de Coſne : car il n'eſt pas poſſible que le feu puiſſe porter aſſez d'action dans le centre d'une maſſe de fer, ſouvent de 13 à 14 pouces de diamètre, & compoſée de parties diſtinctes, pour aviver le fer & l'amollir au point d'en ſouder toutes les parties.

Les barres de fer qui compoſent les trouſſes, ſont couvertes dans toute leur ſurface, d'une écorce de fer décompoſé par l'action de l'air & de la chaleur du fer, pendant qu'il a été forgé & étiré. Tant que cette écorce ſubſiſte, on ne peut ſouder ces barres entre elles ; pour la détruire, il faut la vitrifier, & empêcher que le contact de l'air n'en forme ſucceſſivement de nouvelles.

Cette écorce ferrugineuſe ne peut ſe vitrifier par le ſeul effet de la chaleur ; il faut le contact immédiat du feu en action, qui mette non-ſeulement le fer en incandeſcence, mais encore dans l'état brûlant, pour que ſa première ſurface entre en fuſion, & que les parties qui ſont immédiatement au deſſous, ſoient dans un état de molleſſe qui permette aux molécules reſpectives des deux morceaux qui ſe touchent, de ſe confondre entre elles, & de s'unir intimement par l'effet de la percuſſion du marteau qui exprime au dehors des maſſes, les parties vitrifiées & fluides : voilà le méchaniſme de la ſoudure du fer.

D'après ces vérités inconteſtables, l'on ne peut ſe refuſer à l'évidente impoſſibilité de faire ſouder entre elles les barres qui occupent le centre des trouſſes qui doivent former les maſſes des tiges & celles des bras des ancres, puiſqu'il n'eſt pas poſſible d'y porter l'action immédiate du feu, & de faire vitrifier le fer décompoſé qui peut y être interpoſé.

Pour éviter, autant qu'il eſt poſſible, les accidens qui réſultent du défaut de ſolidité des tiges & des bras des ancres, & pour donner à ces pièces toute la force dont elles ſont ſuſceptibles, il faut adopter une autre méthode de les travailler, ſans en changer le ſyſtême fondamental qui eſt bon.

Je propoſe donc, au lieu de compoſer les tiges & les bras des ancres d'une ſeule trouſſe, de les former de pluſieurs ſucceſſives. La première ſera de la moitié de la groſſeur pour les ancres de moyen échantillon, & l'on en fera trois pour celles du plus gros calibre, telles que celles de ſept à onze milliers. C'eſt le ſeul moyen d'avoir des maſſes ſoudées juſqu'au centre.

Lorſque la première trouſſe ſera forgée, elle pourra ſe nommer le noyau; elle ſera compoſée de barres dont la qualité aura été éprouvée, elle ſera forgée ſucceſſivement ſous une forme légérement méplate. Lorſqu'elle ſera finie, l'on placera ſur toutes ſes faces une quantité ſuffiſante de nouvelles barres de fer contenues par des liens, afin qu'elles ne ſe dérangent pas dans la chauffe & le forgéage. L'on aura attention de groſſir graduellement ces trouſſes, ſuivant les proportions des ancres auxquelles elles ſont deſtinées. L'on procédera à la ſoudure, comme il eſt d'uſage, & cette ſeconde couche de fer ſe nommera le corps de l'ancre.

Enfin, pour les plus groſſes ancres, on fera une troiſième trouſſe que l'on nommera la couverture, & qui ſera formée des précédentes recouvertes par une quantité ſuffiſante de nouvelles barres dont les deux extérieures recouvriront tous les joints des barres du deſſous. En ſuivant ce nouveau procédé, l'on ſera ſûr que les barres du centre ſeront ſoudées auſſi exactement que celles des contours.

Si l'on m'objecte qu'en ſuivant le nouveau procédé que j'indique, les ancres coûteront plus cher, à cauſe du déchet du fer, d'une plus grande conſom-

mation de combuſtible & de l'augmentation de la main d'œuvre ; j'en conviendrai, pourvu que l'on n'exagère pas, & que l'on réduiſe ces objets de dépenſe en plus, à leur juſte valeur : mais je démontrerai que par le moyen que je propoſe, l'on fabriquera des ancres capables de ſubir toutes épreuves, & qu'elles ne manqueront dans le ſervice, que par des cauſes majeures imprévues. D'ailleurs, comme elles ſeront plus ſolides, on pourra les faire d'un moindre volume ; d'où il réſulteroit trois avantages, qui ſeroient, l'un, d'alléger le fardeau des vaiſſeaux ; l'autre, d'occaſionner une moindre dépenſe pour l'achat ; & enfin de procurer plus de ſûreté dans le ſervice.

Je paſſe à l'œil du carré de la tige qui reçoit l'organeau.

Ce trou n'eſt preſque jamais au centre de la pièce, parce que l'ouvrier ne peut, à cauſe de la chaleur exceſſive de la pièce, approcher aſſez près pour placer avec aſſurance le poinçon au milieu de la culaſſe, & le contenir de façon qu'il ne déverſe pas ſous les coups de marteau ; premier accident qui rend toujours un côté de cette partie plus foible que l'autre. Mais comme l'ouverture de l'œil de l'organeau eſt fort conſidérable, & que le poinçon qui l'a formé, ne pénétre dans le vif de la pièce que par l'effort d'une violente percuſſion, & à la faveur de l'état de molleſſe de l'étoffe amollie par le feu ; qu'il ne peut s'y inſinuer & la traverſer de part en part, qu'en écartant les parties du centre à la circonférence ; celles du dehors ſont obligées de céder, de ſe diſtendre, d'occuper une plus grande étendue. Alors elles ſe rompent & ſe déſuniſſent ; ce qui occaſionne des gerçures & des travers profonds qui affoibliſſent cette portion de l'ancre, qui doit cependant oppoſer une très-forte réſiſtance aux coups de vent & au tangage du cable auquel l'ancre eſt amarrée.

Il

Il eſt très-facile d'empêcher que les ancres ſoient tarrées de ces deux défauts dans cette partie eſſentielle; il ſuffit pour leur donner ce point de perfection, de ne pas percer à chaud l'œil de l'organeau, mais à froid, avec un foret ou une fraiſe. On peut ajuſter l'un ou l'autre de ces outils au bout du tourillon d'une roue quelconque, ſoit celle des ſoufflets, ſoit des marteaux ou de toute autre machine, par le moyen d'une mouffle ou d'un manchon; & quand même on ſeroit obligé de monter un foret exprès pour cette opération, cela n'occaſionnera jamais une dépenſe aſſez conſidérable pour faire négliger d'adopter cet uſage.

L'on obſervera en finiſſant de forer l'œil de l'organeau, de l'évaſer au dehors des deux côtés, ſur la courbure de l'arc que doit décrire la portion de l'organeau qui doit s'y appliquer, afin qu'il le touche dans toute ſon étendue & pas ſeulement ſur les angles extérieurs, ce qui ſeroit ſujet à corrompre l'organeau.

Il ſera facile de former des forets pour percer & calibrer cette ouverture, en perçant & contre-perçant avec des forets coniques.

J'ai dit plus haut, que les pattes des ancres ne ſont jamais ſoudées dans toute l'étendue du bras, ſur laquelle elles ſont appliquées; elles le ſont au plus vers le bec, & de huit à dix pouces dans l'autre partie du côté des oreilles; enſorte qu'il reſte ſouvent dix-huit à vingt pouces & plus de la longeur du bras, ſur leſquels ces pattes ſont ſeulement appuyées & non ſoudées; ce qui fait que lorſqu'une ancre heurte avec violence contre des rochers, il arrive qu'une partie de la patte qui préſente le plus d'oppoſition, ſe détache du bras, & met une ancre hors de ſervice, ſurtout pour les fonds vaſeux & ſabloneux.

Il eſt donc très-eſſentiel de prendre des précautions pour compléter la ſoudure des pattes des ancres ſur

toute leur étendue ; ou du moins de l'affermir assez solidement pour que l'on puisse ne pas craindre que les pattes ne se détachent d'après les bras.

L'on pourroit y employer deux moyens.

Le premier que je préférerois, seroit lorsque la première soudure seroit faite, tant au bec que du côté des oreilles, de braser en cuivre le surplus qui ne seroit pas soudé.

Le second moyen a été proposé par MM. Duhamel & de Réaumur, qui ont indiqué de faire des trous de foret, tant dans les pattes que dans les bras de l'ancre, & d'y river des boulons à froid. Je pense au contraire, qu'il faut que ces boulons soient placés chauds, que leur tête soit noyée & soudée dans le bras de l'ancre, ainsi que l'autre bout dans la patte, afin d'éviter toute ouverture qui donneroit une issue à l'eau de la mer, laquelle attaque & détruit en peu de tems les ferremens qui y sont exposés ; & son effet est d'autant plus rapide qu'elle contient plus de sel marin à base terreuse, suivant les différens parages ; c'est pourquoi il faut éviter avec le plus grand soin, de donner issue à l'eau de la mer, dans l'intérieur des pièces de fer qui doivent y être exposées : ce que l'on évitera en soudant à chaud des boulons dans les pattes des ancres & en les brasant.

EXTRAIT

Des Regiſtres de l'Académie Royale des Sciences, du 24 janvier 1781.

NOus avons été chargés par l'Académie, M. Duhamel, M. le Roi & moi, d'examiner des moyens de perfectionner le travail des ancres de marine, propoſés par M. Grignon.

Les ancres des vaiſſeaux ſont de groſſes pièces de fer qui doivent être propres à réſiſter aux plus grands efforts. On ne peut les faire de fer fondu, qui, en général, eſt aigre & caſſant.

On a cru mieux réuſſir en y employant des loupes ou des miſes de fer forgé qu'on ſoudoit les unes ſur les autres; mais comme une ſoudure ne peut être bonne, que les deux morceaux ne ſoient également chauffés au blanc, ou prêts d'entrer en fuſion; il ſeroit néceſſaire de chauffer autant le corps de l'ancre que la miſe, ce qui ſeroit très-difficile & peut-être même impoſſible.

On s'eſt donc apperçu que ces ſoudures étoient imparfaites, & on a préféré de faire les ancres avec des barreaux de fer forgé dont on forme des faiſceaux qu'on lie avec des frettes de fer, & après leur avoir donné une bonne chaude, on les paſſe ſous de gros marteaux pour les ſouder les uns avec les autres. Cette pratique eſt préférable à celle des miſes; cependant M. Grignon a remarqué que les barreaux qui ſont au centre du corps de l'ancre, ne ſe ſoudoient point les uns avec les autres; & M. Duhamel a fait des expériences qui confirment cette remarque judicieuſe.

Pour remédier à cet inconvénient, M. Grignon propoſe de faire d'abord un faiſceau de barreaux de fer forgé qui ſoit environ du tiers de la groſſeur du corps de l'ancre, de ſouder enſemble ces barreaux, ce qui paroît praticable, parce que le faiſceau ne ſera pas extrémement gros. Il veut enſuite qu'on recouvre ce gros barreau par d'autres barreaux de fer forgé qu'on retiendra avec des frettes, à peu près comme on le pratique pour les ancres qui ſont entièrement formées de barreaux de fer. On finira par ſou-

der cette enveloppe de petits barreaux, au gros qui eſt au centre, ce qui paroît difficile à exécuter.

En effet, ne pourroit-on pas objecter contre cette nouvelle méthode les mêmes choſes qui ont fait proſcrire l'uſage des miſes; & dire qu'une bonne ſoudure exigeant que les barreaux ſoient chauffés preſque à fondre & tous également, il eſt à craindre que le gros du milieu qui ſera recouvert par d'autres, n'ait bien de la peine à prendre un degré de chaleur convenable?

Nous devons au moins nous réduire à ne rien décider ſur les avantages de la nouvelle méthode, & attendre qu'il ſoit fait des expériences en grand, qui puiſſent nous convaincre que les barreaux additionnels ſe ſoudent parfaitement avec celui du centre.

M. Grignon paſſe enſuite à la manière de former l'œil du quarré de la tige qui doit recevoir l'organeau. Ce qu'il dit des inconvénients qu'il peut y avoir à percer ce trou avec un poinçon, nous paroît aſſez exact; néanmoins il ſeroit bon de s'aſſurer, ſi dans le ſervice il arrive ſouvent que les ancres rompent à cet endroit. L'auteur propoſe de le percer avec le foret ou la fraiſe. Mais il ſemble que cette opération ſeroit bien longue & bien couteuſe; de-plus ſeroit-il bien aiſé de donner à ce trou, par le ſeul foret, une courbure analogue à celle de l'organeau? & s'il falloit avoir recours à la lime, ne ſeroit-ce pas encore une augmentation de dépenſe?

A l'égard de l'union des pattes des ancres au bras, nous croyons qu'il ſeroit poſſible de faire la ſoudure plus exactement; & il n'eſt pas douteux que ſi l'on a recours à des bouts rivés, il ne faille, comme le dit M. Grignon, les appliquer à chaud: mais nous ne pouvons pas adopter la braſure en cuivre, qui nous paroît ſujette à bien des inconvénients.

Nous terminerons ce rapport par exhorter M. Grignon à faire les expériences que nous avons indiquées. En attendant, l'Académie ne peut que louer ſon zèle, ſans porter cependant aucun jugement définitif ſur le Mémoire dont nous venons de rendre compte.

Au Louvre, ce 24 janvier 1781.

Signé, DUHAMEL, LE ROI & COUSIN.

Je certifie le préſent extrait conforme à l'original & au jugement de l'Académie, ce 24 janvier 1781.

Signé, LE MARQUIS DE CONDORCET.

OBSERVATION.

Nous reſpectons infiniment les obſervations de MM. les Commiſſaires de l'Académie ; mais nous aſſurons le ſuccès des opérations que nous conſeillons : elles ſont fondées ſur une longue pratique dans ce genre ; & en adoptant le conſeil ſage de l'Académie, nous nous ſoumettons à faire des expériences démonſtratives, lorſque le Miniſtère nous l'ordonnera & qu'il nous en fournira les moyens. Ces opérations ne peuvent ſe faire que dans les forges du Roi, dont les ateliers ſont montés pour ce genre de travail.

MÉMOIRE

Qui préſente pluſieurs Moyens de perfectionner les opérations de la Métallurgie.

Lu à l'Académie des Sciences, en avril 1780.

Par M. Grignon, Chevalierde l'Ordre du Roi.

En obſervant attentivement les opérations, les procédés & les fourneaux des travaux de nos mines métalliques, on apperçoit des traces encore ſubſiſtantes de la groſſiéreté des premiers rudiments de la métallurgie, particulièrement dans les fourneaux de fonderie que l'on nomme fourneaux à *manche* ou courbes.

En 1778, des ouvriers ayant ſouſtrait à la vigilance des Inſpecteurs de la mine d'Almont en Dauphiné, une quantité conſidérable de minérai riche, cherchèrent dans les lieux les plus ſauvages & les plus affreux des Alpes, un repaire inacceſſible aux recherches que l'on pourroit faire contre eux. Une caverne profonde creuſée par la nature ſous un rocher eſcarpé, parut à ces nouveaux Cyclopes, le lieu le plus propre à établir leur ruſtique atelier. Ils entamèrent le flanc du rocher ſouterrain, & y pratiquèrent, à force de trous de fleuret, une ouverture quarrée & perpendiculaire de quelques pieds de hauteur & de deux

pieds de profondeur : ils en murèrent la partie antérieure pour former la poitrine du fourneau, & placèrent à ſa baſe un ſoufflet à bras ; ils ſe procurèrent du charbon, & parvinrent par le travail le plus brut, à réduire le minerai; ils en tirèrent des culots d'argent.

Les fourneaux à manche des fonderies de toutes nos mines, ne diffèrent de celui que conſtruiſirent à la hâte ces brigands, que de très-peu de choſe ; ſi ce n'eſt qu'ils ſont maçonnés régulièrement, & qu'étant iſolés, on place les ſoufflets ſur le derrière : mais encore aujourd'hui, les fourneaux à l'Italienne qui ſont d'uſage dans les mines de fer de Savoye, du Piedmont & du Dauphiné, ne ſont que des excavations plus profondes, il eſt vrai, pratiquées dans le vif du rocher ; l'on en mure la partie antérieure que l'on retient avec des barres de fer, & le vent eſt introduit par la baſe de la poitrine, au deſſous de l'endroit que l'on nomme la *preſſure*. Ces fourneaux conſervent donc, de nos jours, cette ruſticité des premiers âges de la métallurgie, & qui eſt empreinte ſur ceux à manche de nos fonderies d'argent, de plomb & de cuivre.

La conſtruction de ces fourneaux eſt uniforme, quoiqu'ils ſoient deſtinés à fondre des mines de divers caractères & d'un degré différent de fuſibilité. Ils ont tous à peu près 4 pieds & demi, ou 5 pieds de hauteur de feu ; leur forme eſt un quarré irregulier dont la baſe a 2 $\frac{1}{2}$ pieds de largeur ſur le devant, & 2 pieds ſur les côtés. Le fond forme un plan incliné ſur un angle de 35 degrés, afin que les matières, à meſure qu'elles ſe fondent, s'écoulent dans le caſſin de reception qui eſt pratiqué dans un maſſif entouré de maçonnerie au devant du fourneau, ce qui forme un avant-foyer; le fourneau eſt terminé en haut par une trémie en maçonnerie de 3 pieds de hauteur, ſur 7 à 8 pieds de largeur. Les bords ſupérieurs de cette

tremie, s'uniſſent à la baſe conique de la cheminée qui la ſurmonte, & ſa partie antérieure au deſſus de la poitrine du fourneau, eſt ouverte, afin de laiſſer un eſpace néceſſaire pour charger le fourneau. La tuyère eſt placée au pied de la ruſtine, à un pouce au deſſus de la naiſſance du talut du fourneau, & à 18 pouces au deſſus de la partie la plus baſſe, c'eſt-à-dire de l'ouverture qui communique au caſſin; cette ouverture que pluſieurs nomment le *forin*, l'*œil*, la *trace*, a ſix pouces de hauteur ſur 15 pouces de largeur.

Lorſque le fourneau a beſoin d'être chargé ou alimenté, le ſous-fondeur prend ſucceſſivement ſept à huit conges de matières combinées de minerai ou de mattes, de laitiers riches & de fondans, les enlève ſur ſa tête, monte ſur l'avant foyer, enjambe le caſſin de réception, & lance par un mouvement très-pénible les matières dans le gueulard du fourneau: enſuite le fondeur prend pluſieurs paniers de charbon, monte de même ſur l'avant-foyer, & le lance dans le fourneau avec la même peine; comme ce charbon ſe met en comble, & que la partie antérieure eſt ouverte, il preſſe le panier ou la raſſe contre le fourneau pour recevoir les charbons qui retombent, & les rejette avec un nouvel effort ſur les autres.

J'obſerverai ici ſommairement que la quantité de charbon pour chaque charge, n'eſt pas fixée, que le fondeur en met plus ou moins, ſuivant qu'il le juge néceſſaire. Il tire ſes indications de la couleur de la flamme, de la conſiſtance de la coulée, des laitiers, des mattes & de l'œuvre; ces matières ſe rendent dans le caſſin, leur fluidité eſt entretenue par une couche légère de charbon qui ſort du fourneau: lorſque le fondeur y introduit de temps en temps un ringard courbe par la percée, pour faire deſcendre les marières, & pour moucher la tuyère qui a preſ-

que toujours le nez trop long, parce qu'il n'y a point de bain dans le fond du fourneau, ſeul moyen d'entretenir une vive chaleur dans cette partie, & de rendre le départ plus prompt & plus complet.

D'après cet expoſé, je trouve trois défauts eſſentiels dans ces fourneaux à manche, & dont ſont convenus les fondeurs & les directeurs des fonderies, lorſque je les ai réduits, par des principes de pyrotechnie & de métallurgie, à peſer les avantages qui réſulteroient d'une conſtruction de fourneau ſur d'autres dimenſions.

Le premier de ces défauts & le plus eſſentiel, eſt que les fourneaux ont au plus le tiers & moitié de hauteur qu'ils devroient avoir : le ſecond, que la façon de les charger en avant, eſt très-vicieuſe & très-incommode pour les ouvriers ; le troiſième, que le caſſin de réception pratiqué au dehors du fourneau, eſt contraire à la perfection de l'opération, & à l'avantage du produit.

En général, la hauteur des fourneaux de fonderie doit être proportionnée au caractère & à l'abondance des matières que l'on veut réduire avec économie. Plus les minerais ſont rebelles & réfractaires, plus les mattes ſont ſulfureuſes & impures ; plus les charbons dont on ſe ſert ont de nerf & de force, plus on peut & on doit élever les fourneaux, parce que les matières, dans leurs deſcentes progreſſives, reçoivent dans la partie ſupérieure du fourneau une chaleur graduée qui les ouvre, les dépouille des ſubſtances hétérogènes, & les diſpoſe à recevoir une fuſion complète qui ne s'opère que dans le centre d'activité de la tuyère. Si les minerais ou les mattes parviennent trop promptement dans les fourneaux bas, à la tuyère, tout le fond, ſe combine & forme des mattes impures que l'on eſt obligé de refondre, même de griller pluſieurs fois. Les parties métalliques qui ſont encore

engagées dans les entraves des principes minéralisateurs & dans leur guangue, ne ſont point métalliſées; le départ eſt inexact, elles ſubiſſent au moyen des fondans une demi-fuſion, & ſont entraînées dans les laitiers vitreux qui ſont des maſſes gluantes, opaques & cellulaires, parce que leur vitrification eſt très-incomplète, par le défaut d'une chaleur aſſez intenſe & aſſez continuée : auſſi l'on eſt obligé de repaſſer au fourneau ces laitiers, pour en retirer le métal qui eſt en arrière, & qu'ils contiennent.

Je ſuis donc perſuadé qu'en général, les fourneaux à manche qui n'ont que 4 à 5 pieds de hauteur, devroient être beaucoup exhauſſés, & ce, en proportion relative au caractère & à la nature des mines, c'eſt-à-dire, que ceux deſtinés aux mines de cuivre, particulièrement pour celles qui ſont pyriteuſes, auroient 15 pieds de hauteur; ceux pour les mines d'argent, particulièrement les mines griſes & les pyriteuſes, 12 pieds; & pour les mines de plomb, & de plomb tenant argent, 10 pieds. Alors les minerais recevroient avant de parvenir à la tuyère, une chaleur qui opéreroit un grillage, ſans conſommation de combuſtible. Ils s'ouvriroient, lâcheroient plus facilement leurs parties métalliques; le départ ſeroit plus exact, & les laitiers entraîneroient moins de fin.

Examinons actuellement les inconvéniens qui procédent du caſſin de réception qui eſt pratiqué hors du fourneau, dans le maſſif de l'avant-foyer. Ce caſſin de réception eſt placé en dehors, au deſſous de la baſe du plan incliné du fourneau, afin que les matières puiſſent s'y rendre auſſitôt qu'elles ſont fondues. Lorſque ce caſſin eſt ſuffiſamment rempli de matières en fuſion, l'on enlève les laitiers à meſure qu'ils ſe figent à la ſuperficie; enſuite on perce le caſſin dans ſa partie inférieure, par un canal pratiqué dans le

maſſif de l'avant-foyer. Alors l'œuvre & les mattes coulent dans un autre caſſin inférieur qui eſt pratiqué dans le ſol, & que l'on nomme *caſſin* ou *baſſin de percée*, d'où on les enlève par des procédés différens, ſuivant leur nature. On laiſſe figer les laitiers riches, pour les enlever les premiers, & les mettre à part, afin de les repaſſer au fourneau. L'on procède enſuite ſucceſſivement à l'enlevement des gâteaux de mattes, à meſure de leur encroûtement ſuperficiel; puis on retire le métal, ſoit en gâteaux, ſi c'eſt du cuivre, ſoit à la cuiller pour le mouler en ſaumons dans des lingotières, ſi c'eſt du plomb, ou du plomb riche d'argent & d'or.

Ce caſſin de réception, recevant les matières à meſure qu'elles ſe fondent ſous la direction du vent, me paroît des plus mal-entendus, pour deux raiſons principales. La première, c'eſt que les matières ne peuvent s'y épurer, puiſque la chaleur du fourneau n'y a plus d'action; elles y prennent ſeulement leur rang en raiſon de leur poids ſpécifique. Le métal occupe la baſe, les ſcories la ſurface, & les mattes l'eſpace intermédiaire. Si au contraire, la baſe du fourneau n'étoit pas formée ſur un plan incliné & rempli juſqu'au deſſous de la tuyère, que cette partie formât un caſſin pour recevoir toutes les matières en fuſion, elles y reſteroient en bain, & la chaleur continue qu'elles recevroient, dépouilleroit les laitiers qui en ſortiroient purement vitreux & non métalliques, tels qu'ils ſont; l'œuvre ſeroit plus pute, l'on auroit moins de mattes, & celles que l'on retireroit, ſeroient ou totalement pauvres ou moins riches, ſuivant le caractère plus ou moins réfractaire des mines: ce bain donneroit de la chaleur à la baſe du fourneau, moyen de plus d'opérer des fontes plus complètes.

Alors l'œil ou la trace par où coulent les matières en fuſion, ſeroit bouché pendant le temps néceſſaire

pour faire une coulée. On le déboucheroit seulement au moment auquel les matières seroient trop abondantes, & commenceroient à gêner la tuyère qu'il seroit avantageux d'élever de plusieurs pouces. On pourroit pratiquer immédiatement au dessous de la hauteur de la tuyère, au côté qui lui est opposé, c'est-à-dire sur le devant, une ouverture pour servir de passage aux laitiers pauvres & surabondans, afin qu'ils ne gênassent pas le travail; & lorsqu'il n'y auroit plus que de l'œuvre ou des mattes, on perceroit le fourneau pour les faire couler dans le cassin de réception.

L'on ne doit point craindre que le métal restant plus long-temps en bain dans le fourneau, éprouve un déchet, puisqu'il seroit continuellement couvert d'une couche de laitier qui le défendroit de la trop vive impression du vent & du feu; la chaleur qu'il continueroit de recevoir, seroit seulement suffisante pour opérer sa dépuration.

La méthode de charger les fourneaux en avant & de plein-pied, est d'autant plus vicieuse, qu'elle fait éprouver aux chargeurs & fondeurs une grande gêne, & les expose à des dangers; puisqu'en portant les charges, ils sont obligés de s'approcher très-près de la poitrine du fourneau, ayant entre leurs jambes le cassin de réception rempli de matières fondues & embrâsées, & le visage exposé à toute l'ardeur du fourneau; enfin, d'y lancer les matières par dessus leur tête, avec un effort pénible.

Ils sont donc forcés de précipiter leur opération pour se soustraire promptement à la vive chaleur qu'ils éprouvent. Il arrive de-là, qu'ils répandent une partie du minerai & du charbon, & en les lançant avec trop de précipitation dans le fourneau, ils dérangent l'ordre des charges précédentes. Enfin, lorsque malheureusement ils trébuchent, ils courent risque de tomber dans le cassin de réception, & de se brû-

ler. Ces inconvéniens graves n'auroient pas lieu, ſi l'on chargeoit les fourneaux par la partie ſupérieure; d'ailleurs le ſervice général du fourneau ſe feroit avec beaucoup plus d'aiſance & de sûreté ; le fondeur verroit par le gueulard, ce qui ſe paſſeroit dans l'intérieur du fourneau : mais pour adopter cette nouvelle méthode, il faut pratiquer un eſcalier ſur le flanc d'un des piliers du fourneau, ou établir des rampans par leſquels on puiſſe parvenir au haut du gueulard, & y conduire les matériaux, à la brouette ou par tout autre moyen.

Si l'on fait de ſérieuſes réflexions ſur l'expoſé ſuccint que je viens de faire des inconvéniens qui réſultent de la conſtruction de nos fourneaux à manche, & des avantages que procureroient les changemens que j'indique, on ſera perſuadé comme moi, de la néceſſité d'en changer, particulièrement la forme, en les exhauſſant plus du double & du triple de ce qu'ils le ſont, relativement au caractère & à la nature des mines, & de laiſſer en bain le métal dans le fond du fourneau, avant de percer pour faire écouler l'œuvre dans le caſſin de reception de l'avant-foyer.

J'ai vu avec ſatisfaction, que les entrepreneurs des mines de Poullaouen en Bretagne, avoient réſolu de reconſtruire deux de leurs fourneaux ſur les proportions que je leur ai indiquées, même qu'on les conſtruit actuellement, parce qu'ils ont ſenti la juſteſſe des principes ſur leſquels je fonde cette théorie, & les avantages qui en doivent réſulter dans la pratique.

Cependant, comme les hommes ſe perſuadent difficilement de l'utilité d'un nouvel uſage, & qu'ils ont toujours des doutes, juſqu'à ce que des eſſais & des exemples les aient convaincus, nous aſſûrons nos métallurgiſtes françois, que la forme que je leur conſeille de donner à leurs fourneaux à manche, en les changeant en hauts fourneaux & à caſſin intérieur,

n'eſt une nouveauté que pour eux; puiſque depuis très-long-temps ils ſont uſités à Ramelsberg, à Strasberg, à Rotembourg & dans le Comté de Mansfeld, pour les mines de cuivre & de plomb; & quand je ne ſerois pas appuyé de cette autorité, je n'en ſerois pas moins perſuadé de la néceſſité d'adopter cette méthode, puiſqu'elle eſt fondée ſur des principes inconteſtables. Il eſt temps de tirer la métallurgie françoiſe de ſa langueur & de ſon enfance, j'oſe dire de la barbarie.

Jetons un coup d'œil ſur les fourneaux de rôtiſſage pour les mines de plomb tenant argent, & ſur ceux de coupelle. Nous réſerverons les autres parties pour d'autres mémoires.

Les fourneaux dans leſquels on rôtit le minerai, ſont des réverbères du ſecond genre, c'eſt-à-dire, que la chauffe eſt à l'un des bouts, & la cheminée d'aſpiration au bout oppoſé. La voûte eſt ſurbaiſſée & preſque horiſontale, & le flanc antérieur eſt percé de trois ouvreaux, pour y introduire le minérai, & pour le travailler avec les ringards & les ſpadelles. Dans pluſieurs, la voûte eſt percée au centre, d'un trou carré ſurmonté d'une petite trémie pour introduire le minérai plus promptement que par les ouvreaux : cette dernière méthode eſt plus expéditive, mais elle eſt ſujette à des inconvéniens qui me déterminent à la déſapprouver. Un quatrième ouvreau eſt placé du côté & à la baſe de la cheminée, pour examiner ce qui ſe paſſe dans le fourneau, modérer la chaleur & y travailler au beſoin.

L'on double quelquefois ces fourneaux, c'eſt-à-dire, que l'on en joint deux bout à bout; alors il y a deux chauffes & une ſeule cheminée d'aſpiration, laquelle s'éleve perpendiculairement au centre de la réunion des deux voûtes : l'on en voit de cette eſpèce à Poullaouen; il règne dans ces doubles fourneaux

plus de chaleur, au troiſième ouvreau de chaque partie, que dans les fourneaux ſimples.

Quoique ces ſortes de fourneaux ſoient ſpécialement deſtinés au rôtiſſage des mines, on s'en ſert auſſi pour la revivification des litarges, même pour la fuſion de la galène.

Le minerai que l'on ſoumet au rôtiſſage, eſt ſous trois formes différentes, ſavoir; le gros qui ſort de la caſſerie, le moyen que l'on tire des auges de la laverie, & le fin ou le ſchlich qui provient des tables à laver.

Le minerai ſe combine de trois parties de gros, trois de moyen & une de ſchlich; l'on y mêle pendant l'opération, de la chaux éteinte, de la poudre de charbon de bois, & du charbon de terre quand on peut s'en procurer. L'on eſt même obligé de jeter du bois vis-à-vis les deuxième & troiſième ouvreaux, pour animer le feu & fournir une flamme qui léche le minéral, & en développe le ſoufre, parce que la flamme qui ſort de la chauffe, perd de ſon activité à meſure qu'elle s'éloigne du pont, pour gagner la baſe de la cheminée d'aſpiration.

Le ſol de l'âtre du fourneau eſt incliné; ſa pente eſt dirigée vers le milieu de la partie antérieure qui eſt la plus déclive, afin de recevoir l'œuvre qui ſe fond, & que l'on retire de temps en temps, pour la mouler en ſaumons. La partie du minérai qui ne ſe fond pas, eſt paſſée au fourneau à manche.

Depuis la lecture de ce Mémore, j'ai eu lieu d'examiner d'anciens travaux des mines de plomb dans le Limouſin. L'on n'y faiſoit point uſage de fourneaux à manche, mais ſeulement de ceux à lunette. Cette manière de procéder eſt très-vicieuſe, tant pour la qualité de l'œuvre, que pour la quantité du produit; d'ailleurs, ſi le plomb tient du fin, il reſte en arrière en plus grande partie dans les ſcories ou *ſpeiſſ.*

Il arrive de l'inégalité de la chaleur qui règne dans les différentes parties de ce fourneau, que les matières qui ſont les plus proches du pont de la chauffe, vis-à-vis le premier ouvreau, entrent en fuſion, lorſque celles du milieu ſont à peine rouges, & que celles du bout oppoſé, vis-à-vis le troiſième ouvreau, ſont encore noires; enſorte qu'elles recoivent un grillage très inégal: & malgré que les ouvriers travaillent continuellement d'un ouvreau à un autre, avec leurs ſpadelles, pour diviſer, ſoulever & retourner le minérai, afin de lui faire préſenter au feu plus de ſurface, il y a une grande partie du minérai qui entre en fuſion avant d'être ſuffiſammeut grillé, ſur-tout dans la partie qui eſt la plus près de la chauffe. L'on eſt donc obligé de jeter du bois dans le fond, vis-à-vis du deuxième ouvreau, & encore plus vis-à-vis du troiſième, pour y animer le feu, & déterminer la fuſion du minérai; & l'on peut dire que le feu qu'il reçoit dans ce fournean, eſt plutôt un feu de fuſion que de rôtiſſage, enſorte que l'on ne remplit pas ſon but.

D'ailleurs les trois ſortes de minerai que l'on combine enſemble pour ſubir le même degré de feu & de préparation, ne ſont point dans le même état. Le gros eſt le plus métallique, mais il contient plus de ſoufre & d'arſenic; le ſchlich eſt le plus chargé de blende & de fin, il eſt le moins ſulfureux; le moyen tient le milieu entre ces deux qualités.

Ces trois ſituations différentes du minerai, ſembleroient exiger un traitement diſtinct; ou au moins ſi on les combine dans un même fourneau, il faudroit commencer par leur donner un feu modéré & continu, qui fît ſeulement rougir le minérai pour conſommer la partie ſulfureuſe, & pendant ce temps, le remuer ſans ceſſe avec les ſpadelles, & continuer le feu de façon que le minérai reſtât toujours dans un état

état pulvérulent, ſans s'agglutiner, juſqu'à ce que l'on n'apperçoive plus de flamme ni de vapeurs ſulfureuſes : alors on augmenteroit le feu, mais ſon action ſe borneroit à donner au minerai une conſiſtance pâteuſe ; & lorſqu'il ſeroit dans cet état, on y mettroit la chaux éteinte pour le diviſer d'autant plus & pour abſorber le reſte des parties ſulfureuſes.

Ce degré de feu, & cette conſiſtance pâteuſe, ſeroient continués juſqu'à ce que l'on n'apperçût plus de vapeurs blanches arſénicales : alors on mettroit la poudre de charbon de bois à pluſieurs repriſes, & l'on donneroit graduellement au feu toute l'activité néceſſaire pour faire entrer le métal en fuſion.

On pourroit faire ces trois opérations dans trois fourneaux différens. L'aire du ſol de celui qui ne ſerviroit qu'au rôtiſſage, ſeroit plane & de niveau, afin que la couche du minerai fût par-tout égale, & que le travail des ſpadelles fût plus facile. L'aire du ſecond ſeroit très-légèrement inclinée, pour que, s'il ſe fondoit quelques parties métalliques, elles ſe rendiſſent dans un renfoncement peu profond, pour de-là les faire couler au dehors. Enfin, le troiſième fourneau ſeroit conſtruit comme celui dont on fait uſage actuellement avec un caſſin de réception intérieur, pour y réunir l'œuvre.

Je ſuis perſuadé qu'en pratiquant l'un de ces deux derniers procedés, il y auroit de l'économie, tant au fourneau de rôtiſſage, qu'à celui d'affinage ; qu'il y auroit moins de craſſes, & moins de métal en arrière ; parce que le minerai ſeroit plus épuré des parties ſulphureuſes, blendeuſes & arſénicales ; je préférerois de faire ces opérations dans trois fourneaux diſtincts, plutôt que dans un ſeul.

Je paſſe aux fourneaux de coupelle à l'Allemande, dont on fait preſque généralement uſage dans nos mines.

cauſe des retards ſouvent préjudiciables, qui obligent d'avoir pluſieurs fourneaux de coupelle dans chaque fonderie.

Je propoſe aujourd'hui pluſieurs moyens de faire des coupelles qui ne boivent pas, qui ſoient durables, & qui par cette propriété puiſſent faciliter pluſieurs affinages ſucceſſifs ſans interruption ; ce qui ſeroit d'autant plus avantageux, que n'étant point obligé de rechauffer le fourneau à chaque affinage, il en réſultera une économie de combuſtible. Ce dernier point n'eſt pas à négliger, puiſque l'aliment des feux de fonderie fait l'objet d'une dépenſe capitale, à cauſe de la rareté du bois.

L'on a fait dans le Hartz, avec du ſpath calciné, des coupelles qui ont eu du ſuccès ; mais je ne propoſerai pas cette matière pour remplacer les cendres, parce qu'il eſt difficile, d'une part, de s'en procurer, de l'autre, que la préparation en eſt pénible & diſpendieuſe, & que d'ailleurs les coupelles qui en ſont compoſées, s'imbibent de litarge : mais je préſente trois autres moyens faciles à pratiquer.

Le premier eſt de choiſir de l'argile blanche réfractaire, la faire bien ſécher, enſuite la pulvériſer & la paſſer au tamis, y mêler un dixième en volume de charbon en poudre, de bien braſſer le mélange, de l'humecter juſqu'au point qu'il puiſſe prendre conſiſtance, en le ſerrant fortement dans la main, puis en compoſer la coupelle, lit par lit, en battant cette compoſition avec des maillets ou des dames ; & lorſque la dernière couche ſeroit finie, on raffermiroit le tout en planant la ſurface avec des maſſes de fer à large panne & chauffées légérement ; on réſerveroit un eſpace libre du côté de la voie : cet eſpace formeroit un cône légérement tronqué, dont le ſommet aboutiroit preſque au centre de la coupelle ; ſa baſe auroit quinze pouces, & s'étendroit juſqu'au dehors

de l'ouverture de la voie ; l'épaiſſeur du maſſif de cendres qui rempliroit cet eſpace, n'excéderoit pas la profondeur du vuide intérieur de la coupelle, & auroit à peu près un pied d'épaiſſeur à ſa baſe & trois pouces au ſommet. Ce ſeroit dans cette maſſe de cendres que l'on pratiqueroit la voie pour la litarge. La conſiſtance friable de la cendre, faciliteroit ſon élargiſſement & ſon approfondiſſement, à meſure que l'affinage avanceroit.

Le ſecond moyen eſt de former la coupelle avec des briques réfractaires poſées de champ, bien liées entre elles, avec un mortier compoſé de même argile que les briques qui ſeroient ſeulement ſéchées au grand air. On obſerveroit de laiſſer un eſpace pour la voie, comme dans les coupelles compoſées d'argile battue.

Le troiſième moyen eſt de former la coupelle avec un ſchiſte très-réfractaire au feu, tel que celui que l'on trouve fréquemment dans la haute Bretagne, ſur-tout entre Rennes & Pontivi, particulièrement aux environs de Painpont & du côté de Ploermel. Ce ſchiſte eſt rouge ; il eſt diviſé en bancs de cinq à ſix pouces d'épaiſſeur, paralleles entre eux, tantôt inclinés, tantôt horiſontaux; il ſe taille très-facilement, & réſiſte au feu, ſans éclater ni ſe fondre, pendant un temps très-conſidérable.

Il y a des fourneaux de forges qui en ſont conſtruits depuis 10 ans, ſans avoir éprouvé de dégradations notables. L'on taillera ce ſchiſte ſous la forme de groſſes briques, on le poſera en *délit*, avec un mortier d'argille ; on réſervera de même un eſpace pour y former avec des cendres, la voie de litarge.

Ces trois nouveaux moyens que je propoſe pour compoſer les coupelles, peuvent être pratiqués dans toutes nos Provinces métalliques, parce qu'on y trouve les matières que j'indique.

Cette façon de litargiſer ſans imbibition, eſt très-pratiquable ; l'on en a fait d'après mes conſeils, un eſſai avec pluſieurs quintaux de plomb riche d'argent, dans une coupelle compoſée d'argille, à la fonderie de Pontpéan, & elle a réuſſi : & pourquoi cela ne réuſſiroit-il pas en grand ? L'on tirera de ces nouvelles coupelles, une infinité d'avantages.

Le premier eſt que l'on pourra faire ſucceſſivement & ſans interruption pluſieurs affinages, & les multiplier autant que l'on aura de matières; ce qui diſpenſera d'avoir pluſieurs fourneaux de coupelle : un ou deux au plus ſuffiront pour les travaux les plus en activité, puiſqu'avec un ſeul on pourroit paſſer par ſemaine au moins ſoixante milliers de plomb, en cinq ou ſix affinages ; au lieu que l'on n'en peut faire au plus que deux par ſemaine, avec les coupelles de cendres.

Je dois obſerver qu'en ſe ſervant de coupelles d'argille battue, ou compoſées de briques ou de ſchiſte, il faudroit verſer moins d'eau ſur le culot, au moment où le fin tire ſon rideau qui indique la fin de l'opération. Il ſuffiroit d'en introduire ſeulement pour le figer afin de pouvoir l'enlever avec des pinces, & le porter à la balance pour en reconnoître le poids. Auſſitôt que l'opération ſeroit finie, on pourroit introduire de nouveaux ſaumons de rafraîchiſſement, pour recommencer un nouvel affinage ; ainſi de ſuite, après avoir formé promptement la voye de litarge.

Comme on ne peut mettre à la fois dans le fourneau, la quantité de ſaumons qui doivent compoſer la totalité d'un affinage, on eſt dans l'uſage, dans quelques fonderies, de placer ſucceſſivement les ſaumons qui ſont reſtés en arrière, dans un trou pratiqué dans le rebord de la maconnerie qui ſurmonte la coupelle, & qui ſupporte le chapeau. Ce ſaumon eſt ſoutenu dans l'intérieur du fourneau, par un canal de fer

battu qu'il déborde ; il y reſte expoſé à la flamme, juſqu'à ce qu'il ſoit entiérement fondu. Cette pratique eſt très-mauvaiſe, en ce qu'il n'entre qu'une portion de ce plomb dans le bain, l'autre eſt brûlée par l'action de la flamme & de l'air ; une partie du plomb brûlé ſe diſſipe en fumée, l'autre forme ſur le bord de la coupelle, des craſſes que l'on retrouve après l'opération.

Il ſeroit plus avantageux de faire entrer graduellement dans le bain, ces ſaumons qui ſeroient chauffés auparavant, pour qu'ils ne le retardaſſent pas.

Les fourneaux de coupelle peuvent ſuppléer les fourneaux de liquation & de reſſuage, pour tirer par une ſeule opération le fin que contient le cuivre noir.

Je ne ſache pas que cette méthode ait été pratiquée nulle part, que par le ſieur Gerard, Directeur des fonderies de Poullaouën, ſur les cuivres des mines de Baygorry, que l'on y tranſportoit.

Voici en peu de mots le procédé.

L'on fait fondre une quantité de lames de cuivre dont on a fait l'eſſai : pour connoître la proportion de fin qu'il contient, on y ajoute une ſuffiſante quantité de plomb, pour rafraîchir le cuivre, & ce, dans la proportion de neuf onces de fin pour un quintal de plomb ; & l'on donne le feu néceſſaire pour faire une fuſion exacte. Lorſque le bain eſt complet & tranquille, la liquation eſt faite.

Dans les autres fonderies, il faudroit alors mouler le cuivre rafraîchi, en cylindres ou en gâteaux, pour le faire reſſuer dans un ſecond fourneau ; mais on ſupprime ici cette opération, le reſſuage ſe fait de lui-même ſans déplacer le métal ; il ſuffit de ceſſer le feu, d'enlever le chapeau, & de laiſſer refroidir l'œuvre juſqu'à un certain degré : alors le plomb frais & riche d'argent, étant ſpécifiquement plus peſant que le

cuivre, prend le fond du bain, il eſt alors recouvert par le cuivre deſſéché ; comme le cuivre ſe fige & ſe refroidit plus vîte que le plomb, que d'ailleurs il occupe la ſurface du bain, & que le contact de l'air contribue à le refroidir, il eſt ſolide lorſque le plomb eſt encore en fuſion ; alors on pratique dans le maſſif de cendres qui compoſent la coupelle, un canal qui va aboutir au centre au deſſous du bain. Le plomb chargé d'argent, coule par ce canal, & tombe dans un baſſin de réception, d'où on le tire avec des cuillers pour le mouler en ſaumons : alors le cuivre reſte ſeul dans le fourneau, en forme d'un grand gâteau mince : on l'enlève pour le paſſer au raffinage & le réduire en roſette. Le plomb frais e traite de nouveau à la coupelle, pour en tirer le fin.

Cette opération fort ſimple, a parfaitement réuſſi. L'on s'en eſt aſſuré par l'eſſai du cuivre deſſéché qui ne contenoit plus de fin ; par ce moyen, on ſupprime le moulage du cuivre en cylindres ou en gâteaux, & le reſſuage.

J'ai cru que les métallurgiſtes me ſauroient gré de leur indiquer ce nouveau procédé qui eſt fort ingénieux, & que je crois très-avantageux. Je le publie avec d'autant plus de ſatisfaction, que c'eſt un point de perfection dans la métallurgie françoiſe dont je m'occupe.

L'on ne peut trop s'empreſſer de faire connoître les moyens de corriger de mauvais procédés perpétués par la routine, & d'indiquer ceux qui auront été perfectionnés, afin de les faire adopter dans les travaux des mines du Royaume.

EXTRAIT

Des Regiſtres de l'Académie Royale des Sciences, du 12 avril 1780.

L'ACADÉMIE a chargé MM. Macquer, Cornette & moi, de lui rendre compte d'un Mémoire qui lui a été préſenté par M. Grignon, ayant pour titre : Moyens de perfectionner les opérations de la métallurgie.

Dans ce Mémoire, M. Grignon examine le fourneau à manche, le fourneau de réverbère anglois, & le fourneau de coupelle à l'Allemande : en expoſant ſuccinctement les obſervations de M. Grignon, nous eſpérons démontrer à l'Académie, que les rectifications que ce ſavant propoſe, ſont très-utiles pour la métallurgie.

Le foyer du fourneau à manche, eſt un carré long d'environ cinq pieds de hauteur. Sa largeur eſt de deux pieds ſur quatre de haut. Le fond de ce fourneau eſt un plan incliné, ſur lequel les matières fondues coulent pour ſe rendre dans la *caſſe* ou *caſſin* ou *baſſin de percée*, qui eſt hors du fourneau, & ordinairement ſur la même ligne que le *gueulard*. La *tuyère* eſt placée au pied de la *caſtine*, à un pouce du fond du fourneau, & oppoſée à l'*œil* ou *forin*, ou à la *trace* par où le métal s'écoule.

Pour charger le fourneau, le fondeur monte ſur l'avant-foyer, enjambe le caſſin, ayant ſur la tête les *conges* ou meſures de minéral qu'il doit introduire dans le fourneau par le gueulard ; il y porte de même les paniers de charbon.

Il eſt aiſé de reconnoître par cet expoſé, que la charge du fourneau ne peut ſe faire que très-mal, & que le fondeur court des riſques, puiſqu'il eſt expoſé à la chaleur & à la vapeur du métal fondu, & qu'il peut mettre les pieds dedans. Pour remédier à cet inconvenient, M. Grignon propoſe de pratiquer un eſcalier ſur le flanc d'un des piliers du fourneau, pour parvenir au gueulard & manœuvrer facilement.

M. Grignon propoſe auſſi de faire une cavité ou caſſin ſur le fond du fourneau, au lieu du plan incliné. Il y auroit effectivement un avantage : le métal fondu s'épureroit, &

defendu par le laitier, il ne s'altéreroit point dans cette eſpèce de creuſet, d'où on le retireroit à volonté, en le faiſant couler dans une *caſſe braſquée*.

M. Grignon trouve le fourneau à manche trop peu élevé, il dit qu'à Rammelsberg, à Strasberg, à Rotimbourg & dans le Comté de Mansfeld, on les fait beaucoup plus hauts & avec des caſſins intérieurs. M. Grignon penſe qu'on devroit donner quinze pieds de hauteur au fourneau à manche deſtiné à fondre les mines du cuivre ſulfureuſes, & dix à douze pieds aux fourneaux à manche deſtinés à fondre les mines de plomb tenant argent. Il y a lieu de préſumer qu'on adoptera en France les rectifications propoſées par M. Grignon, c'eſt ce qui paroît déja arrêté à Poullaouen.

Nous croyons auſſi, que l'on devroit arrondir l'intérieur du fourneau à manche, car il y a une portion du métal qui peut s'arrêter & brûler dans les angles du carré long qui eſt la forme de ce fourneau.

M. Grignon ayant reconnu que les minéraux que l'on grille dans le fourneau de réverbère, éprouvoient plus ou moins de chaleur, ſuivant qu'ils étoient plus ou moins près de la chauffe, dit qu'il y auroit de l'avantage à pratiquer un caſſin dans l'intérieur de ce fourneau.

Les rectifications que l'Auteur de ce Mémoire propoſe de faire au fourneau de coupelle à l'Allemande, nous ont paru très-utiles. Ce fourneau de coupelle eſt compoſé de cendres contenues dans une tourelle de maçonnerie, recouverte d'un dôme mobile ou chapeau, lequel eſt compoſé d'une forte armure de fer, garnie de terre argileuſe. Ce dôme eſt ſuſpendu à une groſſe chaîne de fer qui paſſe ſur une poulie, & s'envide ſur un treuil horizontal à cric, qui eſt fixé à l'arbre d'une potence qui tourne ſur un pivot.

Lorſque le caſſin de cette coupelle eſt fait avec des cendres, il faut en faire un nouveau au bout de trente heures, temps qui ſuffit pour y coupeller dix ou douze milliers de plomb, dont une partie eſt abſorbée par ces cendres. Mais, comme dans le travail en grand, on n'a point pour projet l'imbibition de la litarge, M. Grignon a fait conſtruire le caſſin de ce fourneau, avec des briques ſéchées à l'air, & compoſées d'argille blanche & d'un dixième de poudre de charbon, en laiſſant un maſſif de cendres pour la voie de la litarge. On a coupellé à Pontpéan avec ſuccès, en préparantainſi le ſol du fourneau.

M. Grignon dit qu'on trouve en Bretagne des ſchiſtes réfractaires qui pourroient être ſubſtitués à l'argille.

L'auteur termine ce Mémoire intéreſſant par indiquer qu'on peut faire la liquation ſans l'appareil du fourneau connu ſous le nom de cette opération. Ce procédé, continue-t-il, eſt dû à M. Gerard, Officier des minés de Poullaouen ; il conſiſte à fondre au fourneau de coupelle, le cuivre & le plomb deſtinés à cette opération. Lorſque ces minéraux ſont en bain, on enlève le dôme du fourneau, le cuivre ſe fige à la ſurface du plomb qui s'eſt emparé de l'argent; on fait paſſer ce plomb dans un caſſin, on le moule en ſaumons & on le coupelle.

Le Mémoire de M. Grignon renfermant des rectifications très-importantes pour la métallurgie, elles nous paroiſſent mériter toute l'attention de l'Académie, & nous croyons qu'on doit imprimer les Mémoires de M. Grignon parmi ceux des ſavans étrangers.

Fait au Louvre, ce 12 avril 1780. *Signé* MACQUER, CORNETTE & SAGE.

Je certifie le préſent extrait conforme à l'original & au jugement de l'Académie, ce 12 avril 1780. *Signé* le Marquis DE CONDORCET.

OBSERVATIONS

Sur l'action réciproque que le Feu & l'Eau ont l'un ſur l'autre.

Préſentées à l'Académie de Dijon, en juillet 1778.

Par M. GRIGNON, *Chevalier de l'Ordre du Roi.*

En réponſe aux queſtions propoſées par M. Deslandes, dans le Journal de Phyſique de janvier précédent.

» Pourquoi l'eau jetée ſur du verre en fuſion, dans » un pot de la glacerie de S. Gobin, n'a point pro- » duit de vapeurs ni d'exploſion?

» N'y a-t-il pas lieu de croire, que c'eſt à meſure » que l'air vient occuper la ſurface du métal & l'inté- » rieur du fourneau, que l'exploſion augmente? »

LE phénomène que M. Deslandes a obſervé en jetant une cuillerée d'eau (environ quatre onces) ſur du verre en fuſion dans le creuſet d'une glacerie, n'eſt point une choſe neuve en phyſique. Il ne faut pas conclure, de ce que cette eau n'a produit ni vapeurs ni exploſion, qu'elle ait perdu ſa propriété volatile & expanſible, puiſque la vapeur de l'eau n'eſt apparente que dans une atmoſphère plus froide qu'elle, & qu'il ne peut y avoir d'exploſion, que quand des corps denſes, même l'air groſſier, font réſiſtance à ſa ſubite expanſion. Or le feu opère le vuide dans le fourneau, & nul corps denſe ne s'oppoſoit à l'expanſion de l'eau jetée ſur le verre en fuſion; donc il ne devoit pas ſe faire d'exploſion. C'eſt ce qui arrive

journellement dans les travaux de métallurgie en grand, lorſqu'on jette de l'eau ſur le cuivre en bain, pour former les gâteaux de roſette; dans les aciéries, pour convertir en gâteaux les floſſ de fonte de fer par la macération; dans toutes les forges à fer, pour rafraîchir les loupes; dans les ferblanteries, pour couvrir l'étain dans le trempoir: enfin pour fixer le bain de l'argent dans ſa coupelle.

Il faut remonter à la théorie des cauſes, pour rendre ſenſibles les accidens variés de l'action que l'eau & le feu ont l'un ſur l'autre.

Lorſque deux corps qui ont une action reciproque l'un ſur l'autre, ſont amenés par les loix de l'attraction au point immédiat du contact, celui qui a le plus de maſſe, abſorbe toute la force de l'autre. Si ces deux corps ſont pénétrables, ils ſe confondent enſemble; alors le plus foible en maſſe, conſéquemment en action, eſt abſorbé par celui qui en a le plus: c'eſt ce qui arrive dans les expériences ſuivantes.

Si l'on expoſe une groſſe maſſe de métal à une foible chaleur, le métal l'abſorbe ſans changer de forme, & même quelquefois ſans que ſa température paroiſſe modifiée ſenſiblement.

Si la chaleur eſt plus conſidérable, ou égale en force d'attraction, la maſſe du métal rougit, & ſes dimentions ſont augmentées en raiſon de la quantité de la matière du feu qui ſe trouve interpoſée entre ſes parties conſtitutives. Le métal & le feu étant unis en forces égales, paroiſſent chacun avec leurs propriétés; c'eſt-à-dire, que le feu eſt brûlant & lumineux, & que le métal conſerve ſa force & ſon extenſibilité.

Mais ſi le feu eſt plus abondant & plus puiſſant que le métal, alors celui-ci eſt abſorbé par le feu, il devient fluide, brûlant & lumineux. La maſſe réſultante eſt du feu qui contient du métal, & auquel il communique ſes propriétés, tant que ces deux corps reſtent unis.

feu qu'il renferme, tendant toujours à s'élever par la partie ſupérieure, ne commence à former de la flamme qu'au bord extérieur de la bure du fourneau ; c'eſt-à-dire, lorſque le principe du feu peut ſe combiner avec l'eau ſurabondante de l'atmoſphère. Ceci eſt une nouvelle preuve que l'eau eſt néceſſaire pour former de la flamme, & que l'eau eſt brûlante & ardente, lorſqu'elle eſt combinée avec le feu.

Je dois faire obſerver à l'appui de ce ſentiment, que la flamme que produiſent les corps inflammables, tels que les eſprits ardens, les huiles éthérées, celles par expreſſion, la cire, les graiſſes, les gommes, les réſines, les bitumes & autres ſubſtances qui contiennent beaucoup de parties aqueuſes, n'eſt que le produit de la combinaiſon du principe du feu avec l'eau eſſentielle de ces corps, laquelle ſouffre une décompoſition qui fait entiérement diſparoître ſa forme élémentaire. Les obſervations ſuivantes ſont encore des preuves inconteſtables de ce principe.

Lorſque l'on jette une petite quantité d'eau ſur un très-grand feu, on voit bientôt s'élever une flamme qui ne provient que de la combinaiſon d'une petite portion d'eau avec le principe du feu.

Le bois verd brûlé en pleine campagne, forme un feu bien plus âpre & plus ardent que le bois ſec, & les maſſes de flammes qui s'en élevent, ſont bien plus volumineuſes, parce que le bois verd contient plus d'eau que le bois ſec.

Si l'on jette de l'eau ſur de l'huile enflammée, elle augmente la flamme, au lieu de l'étouffer.

J'ai remarqué dans pluſieurs incendies publics, que l'eau lancée par les pompes, augmentoit l'intenſité des flammes, lorſqu'elles ne portoient pas ſur les parties enflammées une quantité d'eau ſuffiſante pour abſorber les maſſes du feu.

Pluſieurs ouvriers qui fondent des métaux, font paſſer

paſſer une vapeur aqueuſe par le foyer de leur fourneau, pour augmenter la force du feu & accélérer leur opération.

Dans les forges à fer, lorſque l'on mouille le feu avec deux, trois & quatre livres d'eau lancée ſur les foyers des chaufferies & des affineries, il en réſulte trois combinaiſons; ſi celui qui a ſoin de bouger le feu, fait donner à l'écuelle le tour de main néceſſaire pour diſtribuer l'eau en nappe ſur l'étendue du foyer; alors une partie de l'eau qui tombe ſur la ſurface des charbons extérieurs, les éteint avec frémiſſement, parce qu'elle a communication avec l'air libre, & qu'étant ſupérieure en force aux parties ignées qu'elle touche, elle en abſorbe le feu: elle eſt alors raréfiée en vapeur viſible; première vue & première combinaiſon.

L'autre portion de l'eau eſt attirée par le centre du foyer qui prend plus d'activité par la combinaiſon de l'eau avec le principe du feu; ſeconde vue & ſeconde combinaiſon.

Dans la première, c'eſt l'eau qui abſorbe le feu, & empêche les charbons de ſe conſommer en pure perte; dans la ſeconde, c'eſt le feu qui abſorbe l'eau & qui en reçoit plus d'intenſité.

Enfin, l'eau réduite en vapeurs, d'abord à la ſurface des contours du foyer, eſt pouſſée par l'aſpiration dans l'intérieur du tuyau de la cheminée, où elle eſt diſſoute par la vive chaleur qui y règne; elle devient inviſible, ainſi que celle qui s'eſt combinée dans le centre du foyer, juſqu'à ce que l'une & l'autre ſoient portées à une hauteur plus ou moins grande, ſuivant l'état de l'atmoſphère; elle forme alors un nuage qui diſparoît enſuite, à meſure qu'il s'éleve au deſſus du point où il s'eſt formé, parce qu'il eſt rediſſous par l'air.

J'ai eu ſouvent l'occaſion & la curioſité d'examiner

avec attention ce phénomène, & j'ai toujours obſervé que plus le temps eſt froid & ſerein, plus le feu a de maſſe & d'activité, plus auſſi l'eau diſſoute par le feu, s'éleve à une plus grande hauteur en vapeurs inviſibles, ſouvent de 15 à 20 toiſes. L'on voit alors ſe former tout-à-coup un nuage fortement agité ſous une forme globuleuſe; il ſe déforme, devient chevelu & diſparoît enfin, à meſure qu'il eſt entraîné & diſſous par l'air; ainſi que les brouillards ſe diſſipent, à meſure que le ſoleil monte ſur l'horizon.

Lorſque l'on jette environ une livre d'eau ſur une groſſe loupe de fer qui ſort de l'affinerie, & qui eſt trop fondante pour la ſoumettre à la percuſſion du marteau; l'on ne voit point de vapeurs nébuleuſes s'élever immédiatement au deſſus; l'eau roule ſur ce métal ardent, ſans preſque le toucher, parce que les globules d'eau ſont ſoulevées par le torrent des parties ignées qui s'en échappent & ſe combinent enſemble. Mais ſi l'on fait attention à ce qui ſe paſſe à une certaine hauteur, on voit qu'à meſure que le feu & l'eau combinés s'élevent ſous la forme d'une vapeur tranſparente & preſque imperceptible, le feu eſt abſorbé par l'air de l'atmoſphère, il quitte l'eau qu'il tenoit en diſſolution, laquelle reparoît bientôt ſous la forme d'un brouillard épais qui eſt rediſſous par l'air ſupérieur à meſure qu'il s'éleve & qu'il s'éloigne du centre de la chaleur.

C'eſt ce qui eſt arrivé au peu d'eau que l'on a jeté ſur une grande maſſe de verre en fuſion dans un pot de la glacerie de S. Gobin. L'eau ne pouvoit s'étendre ſur la ſurface du verre, parce que la chaleur la ſoulevoit, & ſes parties s'attirant mutuellement, elles ſe réuniſſoient en globules; ſous cette forme, l'eau préſentoit peu de ſurface, c'eſt ce qui a rallenti ſa diſſipation. La chaleur étant ſurabondante & infiniment ſupérieure à la quantité d'eau, celle-ci a été diſſoute par

le feu & s'eſt combinée avec cet élément ; enſorte qu'elle n'a point paru ſous la forme d'une vapeur blanche & épaiſſe ; mais avec les couleurs & la tranſparence du feu dont elle étoit vivement pénétrée & avec lequel elle étoit intimement combinée.

L'eau que l'on a jetée ſur le verre en fuſion, n'a point fait d'exploſion, ainſi que celle que l'on jette ſur l'argent, le cuivre, l'étain, la fonte de fer dans leur bain, parce que nul corps denſe, épais & ſolide ne s'oppoſoit à ſon expanſion, pas même l'air groſſier, parce que le feu qui l'environnoit, opéroit le vuide.

Il n'en eſt pas de même quand c'eſt le métal en fuſion qui couvre une petite quantité d'eau cachée dans quelques parties du moule qui le reçoit. L'eau alors eſt raréfiée en raiſon de la maſſe de chaleur qui l'environne. Si la vapeur qu'elle forme & qui eſt douée d'une force centrifuge immenſe, ne trouve point d'iſſue pour s'échapper dans l'atmoſphère, elle preſſe avec impétuoſité de toutes parts, les corps qui l'environnent, & ſon effort eſt toujours en raiſon de la réſiſtance qu'elle éprouve. L'exploſion eſt d'autant plus violente, que la maſſe qui cède à ſon action, a plus de poids & d'adhérence.

Il arrive cependant quelquefois que l'eau recouverte d'un métal en fuſion, ne fait point d'exploſion : en voici un exemple fréquent dans les forges.

Si une maſſe de métal eſt aſſez fluide, ou eſt aſſez grande quantité pour ne pas ſe figer promptement ; en ſorte que ſes ſurfaces ſupérieure & inférieure ſoient refondues ſucceſſivement par l'effet de la chaleur du centre & du mouvement de ſes parties pendant un certain temps, à meſure qu'elles prennent une premiére conſiſtance ; alors la vapeur de l'eau pénétre la maſſe du métal fluide, y excite du tumulte, & fait irruption par les bouillons qu'elle occaſionne, juſqu'à ce qu'elle ſoit entiérement diſſipée. Mais ſi le

métal prend trop de conſiſtance à l'endroit par lequel il touche l'eau, ne cédant plus alors à la preſſion de ſa vapeur, il ſe fait une violente exploſion, & le métal, partie figé & partie en fuſion, éclate avec fracas, il eſt lancé au loin, au grand danger des ſpectateurs & des bâtimens voiſins.

Je puis dire ici avec Virgile.

» *Quæque miſerrima vidi,*

» *Et quorum pars magna fui.*

Car j'ai porté pendant ſix ſemaines à la jambe une brûlure très-grave, occaſionnée par un jet de fonte de fer, lancée d'une maſſe de vingt-quatre quintaux, qui éclata entiérement par l'effet d'un peu d'eau qui ſe trouva nichée ſous le moule qui la contenoit.

Le même accident n'arrive pas, lorſque la maſſe d'eau eſt ſupérieure à celle du métal en fuſion; car on peut ſans aucun danger, faire couler pluſieurs milliers de fonte de fer, dans un courant d'eau; ce qui ſe pratique dans quelques forges; alors l'eau qui eſt un grand conducteur de la chaleur, abſorbe celle du métal, à meſure qu'elle le reçoit.

L'on ſait que des torrens de laves en fuſion, ſe précipitent des bouches des Volcans dans des lacs, des fleuves & dans la mer, ſans en ſoulever les eaux, ni y occaſionner de tonnerre, parce que les maſſes d'eau ſont ſupérieures à celles de la chaleur. Il n'en eſt pas de même, lorſque l'action du feu d'un Volcan aſpire par des canaux ſouterrains l'eau de quelques amas voiſins: cette eau eſt raréfiée en partie par la chaleur, ſous une maſſe énorme de matières en fuſion pâteuſe qui réſiſte d'abord à ſa preſſion; mais quand l'effort eſt devenu ſupérieur à la réſiſtance, c'eſt alors qu'il ſe fait une exploſion terrible qui porte des maſſes prodigieuſes de matières confuſes à des diſtances infinies, & cauſe dans l'intérieur des chaînes des mon-

tagnes, des commotions qui ſe propagent dans une partie du globule.

D'après les différens phénomènes que je viens de détailler, de l'action réciproque que l'eau & le feu ont l'un ſur l'autre, on peut conclure que l'eau que M. Deslandes a jetée ſur du verre en fuſion, ne devoit point produire d'exploſion ; parce que, 1°. elle étoit en trop petite quantité pour abſorber la chaleur qui l'environnoit, & devenir l'agent principal.

2°. Qu'elle ne touchoit preſque pas le verre, étant continuellement ſoulevée par la chaleur qui en ſortoit.

3°. A meſure qu'elle perdoit de ſon volume par la raréfaction, ſes parties déſunies étoient abſorbées par le feu, & ſe combinoient avec lui, de façon qu'ils ne formoient enſemble qu'une maſſe homogène enflammée qui ne trouvoit point de réſiſtance à ſon expanſion ; parce que l'intérieur du fourneau de la glacerie étoit purgé d'air groſſier, & l'on ſait que la poudre à canon, ne fait point d'exploſion dans le vuide ; à plus forte raiſon un peu d'eau réduite en vapeur, ſi ténue qu'elle eſt inviſible.

Si l'eau que l'on a jetée ſur le verre eût pu pénétrer dans le fond du creuſet, ſous la maſſe de verre en fuſion, il y auroit eu alors ou un bouillonnement conſidérable ou une exploſion ; c'eſt ce qui arrive dans l'étamage par immerſion dans les fabriques de batterie de cuiſine en fer & en cuivre façon du levant, dans leſquelles l'étameur rafraîchit dans l'eau les pièces, pour les plonger ſucceſſivement humides dans le bain de l'étain, juſqu'à ce que l'étamage ſoit complet & uniforme. L'humidité fait éclater le bain au point d'obliger l'étameur à porter un maſque. Cette pratique eſt auſſi vicieuſe qu'elle eſt dangereuſe.

Si l'on avoit jeté l'eau ſur le pot, dans le temps que le ſel de verre eſt en effervescence ſur la ſurface

du verre, avant la combinaiſon de ces deux matières; alors l'eau par ſon poids pouvant s'inſinuer entre le verre qui occupe la partie inférieure du creuſet, & l'écume mouſſeuſe du ſel de verre qui nage à la ſurface, il y auroit eu exploſion & une pluie de feu par l'expanſion ſubite de l'eau ſerrée entre deux corps denſes & chauds.

Puiſque dans ces obſervations, j'ai eu occaſion de parler du procédé par lequel on réduit en gâteaux la roſette dans les fonderies en cuivre, & les floſſ ou la fonte de fer dans quelques forges du Nord, en jettant de l'eau ſur ces métaux en bain, pour en conſolider la ſurface que l'on enlève ſucceſſivement avec un travail auſſi pénible qu'il eſt dangereux, je ne puis me diſpenſer de faire connoître que ce procédé eſt très-défectueux, & qu'il ne doit la continuité de ſon uſage, qu'à une routine peu éclairée.

Les raiſons qui me font deſapprouver cette manipulation, ſont, 1°. qu'il ſe conſomme en pure perte une grande quantité des charbons que l'on eſt obligé d'enlever du foyer pour découvrir le bain.

2°. Que la ſuite nombreuſe des opérations de ce procédé, prolonge immenſement le travail.

3°. Que les foyers ſe refroidiſſent, & par la longue interruption des ſoufflets, & par l'eau que l'on y répand.

4°. Que telle attention que l'on apporte pour découvrir le bain, il reſte dans les contours des petits charbons, des fraſins embrâſés qui ſont ſoulevés rapidement par l'eau, & expoſent les ouvriers à être brûlés & aveuglés.

5°. Que les ouvriers qui enlèvent avec des crochets les gâteaux qui ſe forment à la ſuperficie du bain, ſont vexés par une chaleur très-incommode.

6°. Que telles précautions que l'on prenne, il dégoutte toujours des grenailles de métal à demi figé, qui ſe perdent dans les récremens du feu.

L'on peut par un autre moyen très-ſimple, beaucoup plus expéditif & moins dangereux, réduire la roſette & la fonte de fer en gâteaux. Ce moyen eſt uſité déja dans quelques forges françoiſes où l'on purifie la fonte de fer par la macération, pour faire des carillons & des aciers. Voici comme l'on y procède.

Lorſque le métal eſt reſté en bain un temps ſuffiſant pour opérer le départ des matières hétérogènes confondues avec les parties métalliques dans la matte de fer; que ces matières étrangères réduites en ſcories fluides, ſe ſont écoulées par un égoût pratiqué au niveau de la ſurface du bain; on perce alors au bas du creuſet la braſque par le trou du chio, afin de donner iſſue au métal fluide qui coule dans un moule plat & horiſontal dont le champ & les contours ſont formés avec des fraſins humectés. Lorſque tout le métal que contenoit le creuſet eſt réuni dans le moule en une couche d'environ un pouce & demi d'épaiſſeur, on le laiſſe un peu figer, pendant ce temps l'humidité du moule y excite un mouvement tumultueux qui le fait bouillonner, & le rend criblé d'une infinité de petits trous & de cavités, comme la pâte d'un pain bien levé. Le métal étant encore d'une conſiſtance pâteuſe, on trace à ſa ſurface, avec un morceau de bois appointé, des traits qui le diviſent en autant de parties que l'on juge à propos, & ſur les dimenſions que l'on veut donner aux gâteaux. On jette auſſi-tôt beaucoup d'eau ſur le métal, afin de le décaper & l'aviver, c'eſt-à-dire, pour détacher des ſurfaces le peu de ſcories qui peuvent y être adhérentes; lorſque le métal eſt conſolidé, mais encore rouge, on lève les gâteaux qui ſe ſéparent ſuivant les diviſions que l'on a tracées.

Cette opération qui dure quelques minutes, ſe fait ſans retarder celle de la fuſion de la coulée qui doit ſuccéder. Le foyer n'eſt point refroidi, l'on ne perd ni temps, ni charbon, ni métal; les ouvriers ne ſont

exposés à aucun danger, & la masse des gâteaux étant rendue bien cellulaire, elle est disposée à recevoir plus avantageusement l'impression du feu d'un second affinage.

Cette méthode devroit être généralement adoptée, tant dans les forges où se fabriquent les carillons & les aciers par macération, que dans les fonderies de rosettes de cuivre.

Ce n'est que par les descriptions comparées des différentes manipulations usitées dans les travaux en grand de la métallurgie, que l'on parviendra à démontrer aux ouvriers qui y sont appliqués, même à ceux qui les dirigent, la nécessité de proscrire des méthodes vicieuses pour en adopter de meilleures; mais la plûpart de ceux qui ont décrit les travaux du fer & de l'acier, n'ont point rempli ce point de vue important aux progrès de nos manufactures; n'étant point artistes, ils ont décrit aridement des opérations dont ils n'avoient apperçu que les mouvemens sans approfondir ni en sentir le but. C'est cette tâche que je me propose de remplir, & dont je m'occupe.

AVIS

SUR

LE QUATRIÈME MÉMOIRE.

L'ÉDITION du Mémoire ſuivant, faite en 1782, par ordre du Gouvernement, étant épuiſée, je me détermine à le faire réimprimer, avec d'autant plus de raiſon, que dans la première Édition, il s'eſt gliſſé deux erreurs; l'une relative au fer n° III, où la forge de Gincla eſt indiquée en Rouſſillon, & cette forge eſt en Languedoc: l'autre, à l'article du fer, n° IV, provenant de la forge de la Combe, dite appartenir à M. d'Acquillard, au lieu de M. de la Guerre. Les expéditions qui m'ont été fournies, lors de l'envoi de ces fers, ayant été mal énoncées, ont donné lieu à ces erreurs involontaires. Je reſtitue dans cette Édition les choſes dans l'ordre; afin de rendre à chacun ce qui lui eſt dû, & faire jouir la Province du Languedoc, de l'avantage de la concurrence que lui mérite la ſupériorité des fers qu'elle produit.

MÉMOIRE

CONTENANT

Les détails, analyſes & réſultats des expériences faites en 1780, par ordre du Gouvernement, dans les Forges du Comté de Buffon en Bourgogne, & dans la Manufacture Royale d'Acier fin de Néronville en Gâtinois; afin de connoître ſi les Fers françois ont la propriété d'être convertis en Acier, par la voie de la cémentation. Lu à l'Académie des Sciences les 8 & 12 juin 1782; par M. GRIGNON, *Chevalier de l'Ordre du Roi.*

AYANT préſenté à l'Adminiſtration pluſieurs Mémoires, dans leſquels j'avois démontré la néceſſité de tenter les moyens d'élever en France des Manufactures d'acier fin, pour enlever aux Etrangers une branche de commerce d'importation qui eſt ſi onéreuſe à la Nation; que Néronville étoit la ſeule Manufacture en grand d'acier fin par cémentation, & qu'elle n'employoit que des fers de Suède (1); &

(1) M. le Comte de Broglie fait fabriquer de l'acier par cémentation, depuis environ quinze ans, dans ſes forges de Ruffecq en Angoumois, avec les fers de cette forge. En 1781, M. Mongenet, Maître des Forges de Franche-Comté, s'eſt attaché un ouvrier étranger pour lui monter une Fabrique d'acier avec les fers de la Province. Toutes les autres Fabriques d'acier du Royaume travaillent en acier naturel ou produit par la fonte de fer immédiatement.

enfin, ayant aſſuré, d'après les eſſais que j'avois faits, qu'il étoit poſſible de convertir nos fers françois en bon acier fin.

Le Gouvernement, attentif à procurer aux Arts & aux Manufactures nationales, des objets d'émulation & les moyens de faire fleurir le Commerce, m'autoriſa en novembre 1779, à faire les expériences néceſſaires pour conſtater la propriété relative que les meilleures eſpèces de fers françois ont pour être convertis en acier fin, par la voie de la cémentation.

M. le Comte de Buffon voulut partager le ſacrifice que le Gouvernement faiſoit à l'utilité publique; il offrit ſes forges & un fourneau, que cet homme célèbre à tant de titres avoit fait conſtruire à grands frais pour reprendre la ſuite de ſes expériences ſur l'acier. Nous engageâmes l'Adminiſtration à accepter ces offres avec d'autant plus d'empreſſement, que cette poſition nous fourniſſoit l'occaſion de conſulter ce ſavant dans le cours de nos opérations, de profiter de ſes lumières & de ſes conſeils, & que les moyens qu'il offroit diminueroient conſidérablement les dépenſes.

Dès-lors je me diſpoſai à préparer tous les objets néceſſaires. J'écrivis dans différentes Provinces du Royaume, pour faire rendre à Buffon les fers de meilleures qualités qui m'étoient connus.

J'en tirai des Pyrénées, des Alpes, des Voſges, de Franche-Comté, Lorraine, Champagne & Berry.

Dans l'examen de ces fers, j'indiquerai les forges dans leſquelles ils ont été fabriqués.

Il étoit néceſſaire que je m'aſſuraſſe de l'état du fourneau deſtiné à mes opérations, afin de prévoir & faire d'avance les réparations dont il pouvoit être ſuſceptible. Je me rendis en décembre 1779 aux

forges de Buffon ; j'examinai le fourneau ; je trouvai les arceaux & des dalles de pierres de 4 pouces d'épaiſſeur préparées pour le creuſet. Je les fis placer dans l'intérieur du fourneau, & le fis murer, comme ſi le creuſet eût été rempli de fer en cémentation. Je fis enſuite du feu de bois pendant un jour entier, pour en connoître le tirage & le degré de chaleur dont il étoit ſuſceptible. Par cette tentative préliminaire, je reconnus que ce fourneau étoit en état de remplir le but de mes opérations, en y faiſant quelques changemens légers, & cependant eſſentiels au régime du feu.

Ce fourneau eſt une maſſe de maçonnerie adoſſée à un mur de forte conſtruction ; la baſe forme un carré long de 14 pieds 2 pouces de longueur ſur 8 pieds 2 pouces de largeur ; tout l'extérieur eſt compoſé de gros carrodages en pierres de taille, dans leſquelles on a pratiqué trois rangs d'évents triangulaires, au nombre de 30, diſtribués ſur les trois faces apparentes du fourneau. Au centre de cette maſſe l'on a laiſſé un eſpace vuide pour contenir le foyer, le creuſet & ſes ſupports. Cet eſpace a 26 pouces de largeur : elle pénètre la maſſe de part en part, & s'élève juſqu'à la hauteur de 7 pieds 3 pouces, depuis le ſol juſques ſous la clef d'une voûte en brique de 12 pouces d'épaiſſeur. Cette voûte eſt percée de cinq ouvertures régulièrement eſpacées, & garnies chacune d'un tuyau de fonte de fer de 5 pouces ſur 5 pouces en carré. C'eſt par ces tuyaux que la flamme s'échappe dans cinq canaux formés en maçonnerie de brique, ſur les mêmes dimenſions que les tuyaux de fonte de fer. Ces canaux ſont poſés obliquement ; leur baſe s'embouche avec les tuyaux, & leurs ſommets vont dégorger dans l'ouverture d'une cheminée élevée ſur un des côtés du maſſif du fourneau ; la partie ſupérieure s'élève au-deſſus des toitures : c'eſt

cette cheminée qui détermine le tirage du fourneau & le rend très-actif.

Le vuide intérieur du fourneau eſt muré de part & d'autre avec des briques ; l'épaiſſeur de chaque portion de cette maçonnerie eſt diviſée en deux parties, l'une extérieure qui reçoit l'impreſſion du feu : c'eſt une chemiſe de 13 pouces d'épaiſſeur, n'ayant que 8 pouces à la baſe, parce qu'il y a une ſaillie de la maçonnerie qu'elle enveloppe ſur 20 pouces de hauteur. Cette chemiſe s'élève perpendiculairement, & ſupporte la voûte de l'intérieur du four ; elle n'eſt point liée avec le mur de brique intermédiaire entr'elle & la maçonnerie en pierre, parce qu'étant ſujette à éprouver des dégradations occaſionnées par le feu, on peut la démolir & la reconſtruire, ſans altérer les autres parties du fourneau. Le mur intermédiaire en brique, eſt ſeulement de 6 pouces d'épaiſſeur ; il ſert de cuiraſſe à la maçonnerie en pierre calcaire du pourtour du fourneau, afin de le défendre de l'action de la chaleur.

Pour placer le creuſet dans le fourneau, l'on conſtruit treize arceaux, dont les deux premiers affleurent la face extérieure des deux côtés des tiſards, & n'ont que 6 pouces d'épaiſſeur & de largeur : ils ne ſervent qu'à ſupporter le mur de brique que l'on élève de chaque côté pour fermer le fourneau, lorſque l'enfournement eſt complet. Les onze autres arceaux ont chacun 8 pouces de largeur & 6 pouces d'épaiſſeur ; ils ſont eſpacés de 6 pouces en 6 pouces, pour donner des iſſues à la flamme qui doit chauffer le creuſet, & s'élèvent à 37 pouces de hauteur, où ils ſe terminent horizontalement, pour recevoir la plate-forme du creuſet.

L'eſpace longitudinal qui règne dans toute la longueur du fourneau ſous ces arceaux, pour former le foyer, eſt de 16 pouces de largeur & de 29 pouces de hauteur ſous clef.

Le creuſet qui portoit ſur ces arceaux, étoit compoſé de dalles de pierres (dites grès de Semur) de 4 pouces un quart d'épaiſſeur; celles du fond étoient poſées à plat ſur les arceaux, & celles des quatre côtés de champ, à la hauteur de 27 pouces au-deſſus du fond, toutes liaiſonnées avec un mortier d'argile rouge. L'on tiſoit le feu des deux côtés, en jettant des fagots & des bourrées ſous l'arcade: il étoit excité par un vent paſſant; & lorſque nous fîmes ouvrir les murs poſtiches du fourneau, pour en reconnoître l'état intérieur, nous nous apperçumes que le feu que nous avions fait faire en décembre avoit calciné les pierres de grès dont le creuſet étoit compoſé; ce qui me fit connoître que ce grès de Semur n'eſt compoſé que d'un très-gros ſable quartzeux, réuni en maſſe fort dure par un cément de ſpath calcaire, & qu'il n'eſt pas propre à former un creuſet de cette eſpèce. Je le remplaçai avec des briques de Montbar & d'Ancy-le-Franc, n'ayant pu m'en procurer de meilleure qualité.

Je crus devoir diviſer en deux parties le foyer inférieur qui régnoit dans toute la longueur du fourneau, parce que l'air entroit par un côté plus abondamment que par l'autre, ſuivant l'impulſion qu'il recevoit de la preſſion de l'atmoſphère: cette variété rendoit le feu inégal, abſorboit une partie de la chaleur, & incommodoit les ouvriers; accident qui n'eut pas lieu depuis que j'eus fait élever un diaphragme au centre, afin de diviſer le foyer inférieur en deux parties ſéparées & ſans communication.

J'avois reconnu auſſi que la méthode de chauffer ces ſortes de fourneaux étoit vicieuſe, en ce que l'on jette le bois ſous l'arcade, ainſi qu'il ſe pratique dans les Briqueteries & autres fourneaux en différens genres. Les inconvéniens qui en réſultent ſont une moindre chaleur, une plus grande dépenſe de combuſtible, & le tirage moins actif. Je fis conſtruire à chaque

bout, des landiers tels que ceux dont on fait uſage dans pluſieurs fours de porcelaine; ils avoient 27 pouces de hauteur, 32 pouces de longueur, & un pied de largeur intérieurement : ils étoient traverſés par deux barres de fer de 15 lignes de groſſeur, & j'avois fait pratiquer dans la partie antérieure une ouverture de 12 pouces de hauteur ſur 15 pouces de largeur, pour débraiſer en cas de beſoin ; & hors le temps néceſſaire pour cette opération, cette ouverture étoit toujours fermée par une plaque de fonte de fer.

La méthode de tiſer le feu, en ſe ſervant de landiers, procure une infinité d'avantages dont voici les principaux.

1°. Un enfant de 15 à 16 ans peut alimenter le feu, puiſqu'il ſuffit de poſer ſucceſſivement une buche de 28 à 30 pouces ſur le foyer.

2°. Le tiſeur n'eſt jamais vexé par la chaleur ; au contraire, en poſant ſa buche ſur le centre d'où le fourneau tire la chaleur la plus intenſe, il reſſent l'effet d'une fraîcheur occaſionnée par la colonne d'air qui ſe précipite avec rapidité, & ſe renouvelle ſans ceſſe.

3°. Il ne ſe fait de braiſe dans les fourneaux de ce genre, qui ont un bon tirage, que dans les premières journées, ou juſqu'à ce que le feu ait acquis aſſez d'activité pour blanchir les corps qui ſont ſoumis à ſon action ; alors toute la matière combuſtible ſe décompoſe, pour augmenter la chaleur : à peine reſte-t-il quelques cendres.

4°. Il n'entre dans le fourneau, à travers les buches qui couvrent les landiers, aucune partie ſurabondante d'air atmoſphérique, qui ne ſoit décompoſée par l'embraſement du bois qu'il occaſionne ; point bien eſſentiel, & ſur lequel ceux qui ont écrit ſur la Pyrotechnie n'ont pas encore aſſez réfléchi, & qu'ils n'ont peut-être pas encore apperçu.

Dans un fourneau où l'on établit le foyer ſur le

ſol, même ſur une grille, il paſſe une colonne d'air, dont il n'y a que la partie qui touche immédiatement la maſſe de combuſtible embraſée, qui ſubiſſe une décompoſition néceſſaire à l'intenſité de la chaleur: l'autre, qui paſſe pardeſſus le centre du foyer, eſt entraînée par le tirage dans la capacité du fourneau, ſans être décompoſée; elle atténue une partie de la chaleur, & détruit même ſon effet. L'air fait plus; il décompoſe les corps, & réduit en chaux les métaux que l'on ſe propoſoit de fondre. C'eſt ſur cet accident qu'eſt fondée la lithargiration en grand du plomb dans la coupelle; l'on favoriſe cette lithargiration par l'intromiſſion de l'air fourni par le vent d'un ſoufflet rabattu ſur le métal en bain par des papillons. Cet air atmoſphérique calcine le plomb & l'empêche d'entrer dans une vitrification complette, parce qu'il n'a pas ſervi à l'embraſement, & qu'il n'a pas été décompoſé; car ſi le plomb, dans les affinages en grand, ſe vitrifioit, il s'imbiberoit preſque totalement dans le maſſif de la coupelle, ce qui arrive dans les eſſais docimaſtiques.

Lorſque nous avons appris que tous les fers que nous avions demandés étoient arrivés aux Forges de Buffon, nous nous y ſommes rendus; nous avons pris la précaution de recommander aux Maîtres de Forges qu'ils fiſſent mettre ces fers en bottes; qu'ils fuſſent marqués exactement des caractères diſtinctifs & d'uſage dans les Forges d'où ils procédoient, pour éviter la confuſion, être bien ſûr de l'origine de chacun de ces fers, & enfin qu'ils fuſſent forgés à très-peu-près ſur les mêmes dimenſions (1).

(1) M. de Lauberdière, Maître des Forges de Buffon, nous a prêté, de la manière la plus officieuſe, tous les ſecours dont nous avions beſoin, Ouvriers, uſines, matériaux en tous genres & ſa maiſon, avec la plus grande généroſité. Nous lui devons cet hommage public de notre reconnoiſſance.

Dans

Voulant éprouver la propriété des fers des forges de Buffon, & perſuadés qu'en prenant des précautions pour les purifier, l'acier qui en réſulteroit ſeroit d'une meilleure qualité que celui que l'on faiſoit avec les fers fabriqués ſuivant l'uſage ordinaire de la forge, j'ai choiſi une gueuſe, portant le n° 49; ſon grain étoit gris, petit, brillant; il y avoit peu de facettes.

J'ai démoli une Affinerie, pour y monter une Fonderie, afin d'y macérer partie de cette gueuſe: l'on en a tiré 458 livres de mazelle; le ſurplus de cette gueuſe a été affiné dans une renardière à la manière ordinaire. On verrra la diſparité de ces fers, procédans de la même gueuſe, dans l'examen de tous les fers qui ont été employés à nos eſſais. Les 458 livres de mazelle ont produit 330 livres de fer: c'eſt à raiſon de 1387 $\frac{1}{4}$ pour 1000.

Je m'étois procuré des fers d'Eſpagne, de Suède & de Sibérie, par la voie du Havre, afin d'avoir des points de comparaiſon avec les fers de France. Ceux d'Eſpagne étoient ſous forme d'applati, échantillon qui ne convenoit pas à mes opérations: je l'ai fait couper & corroyer, pour le réduire ſous le marteau à des dimenſions à-peu-près ſemblables à celles des fers des autres qualités.

Ce fer d'Eſpagne, qui venoit de Bilbao, s'eſt trouvé rouverain, c'eſt-à-dire, caſſant à chaud, & ſe forgeant très-difficilement; mais d'une très grande ténacité à froid.

J'ai procédé enſuite à marquer toutes les barres aux deux bouts & ſur chaque face plate avec un ciſeau à froid, pour y imprimer un n° particulier à chaque eſpèce, afin que je puſſe les reconnoître après qu'elles ſeroient cémentées, & je les ai placées chacune ſéparément dans des caſes cotées des n^{os} correſpondans.

Je fis caſſer les fers, afin de reconnoître la qualité

de chacun ; enſuite couper de longueur proportionnée au creuſet, en leur donnant 2 pouces de moins que le creuſet, qui avoit 10 pieds 7 pouces de longueur en dedans. Tous ces fers furent d'abord ciſelés de quatre faces, & rompus à coups de maſſe ſur un caſſoir de fenderie. Nous détaillerons les qualités diſtinctives de ces fers, dans un tableau qui préſentera leur état en nature de fer, d'acier bourſoufflé, & en acier fabriqué, afin que l'on ſoit à même de faire des comparaiſons plus préciſes.

Pendant que je faiſois préparer les fers, je m'occupois en même temps des matières propres à la cémentation, & de la conſtruction du creuſet.

Je fis monter les arceaux, des dimenſions décrites plus haut, avec des briques de Montbar, ainſi que la ſéparation des deux foyers inférieurs ; je fis poſer ſur ces arceaux une plate-forme de 11 pieds 4 pouces de longueur ſur 20 pouces de largeur, & de 5 pouces d'épaiſſeur, compoſée de briques d'Ancy-le-Franc, qui ſont moins ferrugineuſes que celles de Montbar. J'obſervai de former le premier rang de cette plate-forme avec de grands carreaux, qui portoient de 2 pouces ſur les arceaux, & de faire couvrir tous les joints par le ſecond rang, ainſi ſucceſſivement par les trois autres rangs, afin de bien liaiſonner la maçonnerie faite avec mortier de terre rouge argilleuſe détrempée claire, pour éviter l'épaiſſeur du mortier. J'élevai enſuite les quatre parois du creuſet avec des briques de même qualité, ſur 4 pouces d'épaiſſeur & 37 pouces de hauteur. J'obſervai d'appuyer ces parois du creuſet par des piles de 4 pouces de largeur, montées en briques, & liaiſonnées avec le creuſet, laiſſant des intervalles de 4 pouces de largeur & de 8 pouces de longueur ſur toute la hauteur du creuſet, pour ſervir de paſſage à la flamme. Lorſque le creuſet fut achevé, je le laiſſai ſécher un jour,

& enſuite j'y plaçai le fer lit ſur lit, entremêlé de lits de poudre de cémentation, preſſée avec les pieds, le premier & le dernier lit de poudre étant de 1 ½ pouce, & les autres d'égale épaiſſeur à celle du fer. Il y a eu quatorze lits de fer; ſur le dernier lit de cémentation, j'y avois placé une couche formée d'une triple feuille de papier gris mouillé, & pardeſſus une couche de ſable vitreſcible, tiré de la rivière d'Armançon, afin de contenir le cément, & de le garantir de l'action immédiate du feu & de l'air. Ce lit de ſable portoit ſur les briques des côtés du creuſet, & décrivoit un arc dont la corde avoit 20 pouces & la flèche 4 pouces.

J'avois fait pratiquer à chaque bout du creuſet deux ouvertures de 2 ½ pouces de largeur & de 1 ½ pouce de hauteur, pour placer des barres d'épreuves; & en rangeant le fer dans le creuſet, j'avois eu l'attention de faire paſſer par ces trous des bouts de barres qui ſortoient de 8 pouces de longueur, pour pouvoir les tirer, & par-là juger des degrés de l'action de la cémentation. L'on éleva enſuite en briques les deux murs poſtiches qui fermoient le fourneau, en obſervant de pratiquer des carneaux vis-à-vis les éprouvettes; carneaux que l'on ſcelle en maçonnerie, pendant que le fourneau eſt en feu. Je laiſſai ſécher un jour cette maçonnerie.

J'avois tenu regiſtre des ſortes & du poids des fers qui compoſoient chaque rang; il en étoit entré 3737 ½ livres en 73 barres, avec 65 bouts & 2 filières de fer provenant de la filerie de Lod en Franche-Comté; enfin, 22 pieds cubes de poudre de cémentation.

Le cinquième jour d'août, à 5 ¼ heures du matin, je fis mettre le feu au fourneau, & l'on commença par un petit feu pour ſécher les mortiers; le lendemain à pareille heure, le fourneau pouſſa beaucoup de vapeurs, & le feu prenoit déja de l'intenſité.

Le 9, à trois heures du matin, l'on s'eſt apperçu de la chûte d'une brique, & vers minuit un arceau s'affaiſſa. Le 10, à ſix heures, cet arceau coula en mâchefer, & le fond du creuſet s'ouvrit : il fallut ceſſer le feu. Cet accident a été occaſionné par la qualité trop fondante des briques de Montbar & du mortier (1).

Lorſque le fourneau fut refroidi, on démolit tout l'intérieur ; la partie du fer qui avoit reçu immédiatement l'action du feu, par la rupture du creuſet, occaſionnée par la fuſion des briques ferrugineuſes qui compoſoient les arceaux, étoit très-endommagée, & l'acier qui s'étoit formé avoit été en plus grande partie détruit par le recuit qu'il avoit reçu ; mais la partie des barres qui n'avoit point ceſſé d'être entourée de cément, étoit convertie plus des deux tiers, c'eſt-à-dire, qu'il reſtoit environ un tiers de fer au centre.

Je procédai promptement à la reconſtruction d'un nouveau creuſet ; je ſuivis l'avis de M. le Comte de Buffon, pour faire les arceaux en pierre de taille calcaire, puiſqu'il ne devoit ſervir qu'une fois : on mit ſeulement des patins ou des baſes de briques ſous les arceaux, & le diaphragme fut fait de briques d'Ancy, n'ayant pas ſous la main des pierres propres en ſuffiſance. Le fond du creuſet fut formé par des dalles de pierres de 5 pouces d'épaiſſeur, ſur leſquelles on

(1) En 1780, pareil accident a manqué d'être très-funeſte à la Manufacture de Neronville ; au huitième jour de feu, les mortiers du fourneau fondirent & formèrent une matière vitreuſe, qui ruiſſelant de toutes parts, vint ſe réunir dans les chauffes, où il ſe forma une maſſe de plus de ſix milliers de verre très-maſſif. Heureuſement que la cémentation étoit finie, & que cet accident n'endommagea point l'acier ; car il y en avoit plus de 73 milliers dans les creuſets.

éleva les côtés avec des briques d'Ancy-le-Franc, liées avec du mortier compoſé de terre à faïance pulvériſée & tamiſée, gâchée très-clair. Je fis donner 33 pouces de hauteur au creuſet, & je le remplis de vingt-quatre lits de barres de fer, & de vingt-ſix lits de poudre de cémentation; il y entra 4070 $\frac{1}{2}$ livres de fer, faiſant 7 $\frac{1}{3}$ pieds cubes, & 24 pieds cubes de poudre de cémentation; en total, 31 $\frac{1}{2}$ pieds cubes, quoique les dimenſions du creuſet, qui ſont de 10 pieds 7 pouces de longueur, 12 pouces de largeur, & de 33 pouces de hauteur, ne donnent que 29 $\frac{1}{9}$ pieds cubes: enſorte que la cémentation a été diminuée de volume de 2 $\frac{3}{9}$ pieds, par la compreſſion qu'on lui a donnée en enfournant. Elle a éprouvé encore une plus forte diminution par le taſſement, qui eſt l'effet du feu, ainſi que nous le verrons plus bas.

J'obſervai les mêmes précautions pour cette fournée, comme dans la précédente. Tout étant prêt, les éprouvettes placées & les murs poſtiches finis le 22 août, je laiſſai le tout ſe raffermir le 23.

Le 24, à 5 heures du matin, on alluma le feu ſur l'âtre, c'eſt-à-dire, ſur le ſol du cendrier, ſans faire uſage des landiers, afin de faire petit feu pour ſécher & échauffer inſenſiblement le fourneau. Le lendemain matin on pouſſa le feu juſques vers le diaphragme du fourneau, toujours très-doucement avec trois à quatre buches de chêne par chaque bout, rangées le long du cendrier.

Pendant la nuit, le fourneau parut s'échauffer, particulièrement dans le milieu; l'odeur de corne brûlée ſe fit ſentir, ce qui dénotoit que le feu commençoit à porter ſon action dans l'intérieur du creuſet.

Le 26, à cinq heures du matin, je fis tiſer ſur les landiers, après avoir fait débraiſer en partie le cendrier; les deux rangées ſupérieures des ſoupiraux

commencérent à pouſſer quelques vapeurs aqueuſes; & dans le milieu du jour du 27, le feu prit une ſi grande intenſité, que le diaphragme fondit en partie, ainſi que la baſe en brique des arceaux : les parties en pierres ne reçurent aucune atteinte ; & quoique l'on ait retiré de dedans le fourneau quelques briques réduites, par la chaleur, en pâte molle, il n'en eſt réſulté aucun accident qui ait porté préjudice au ſuccès de l'opération.

Le même jour, vers les ſept heures du ſoir, l'on ſentit une légère odeur ſulfureuſe, qui provenoit des matières de la cémentation, quoiqu'elles ne continſſent rien de ſulfureux par elles-mêmes.

Le 28, à ſept heures du matin, je tirai une éprouvette, qui me démontra que la cémentation n'avoit encore pénétré qu'au tiers de l'épaiſſeur du fer : mais quoique le bout de barre qui ſervoit d'éprouvette fût compoſé d'un fer très-nerveux & difficile à rompre, il étoit devenu très-caſſant, tant la partie qui étoit déja de bon acier, que la partie ferreuſe.

Il avoit régné un vent très-violent, qui, refoulant ſur la cheminée, avoit un peu ralenti l'activité du feu, ce qui avoit fait accumuler de la braiſe dans le cendrier, & fait pouſſer par les ſoupiraux des vapeurs noires, qui avoient une odeur de foie de ſoufre : il fallut débraiſer par les portes des landiers, & j'apperçus alors des gâteaux de maſſes vitreuſes, qui me donnèrent de l'inquiétude ; mais ne m'appercevant d'aucun dérangement, je continuai à pouſſer le feu.

Quoique le 29 le vent eût gêné le feu, le fourneau étoit très-chaud, & ronfloit uniformément ; les ſoupiraux ceſsèrent de pouſſer des vapeurs noires & odorantes. Le feu ſe ſoutint très-bien par un tirage uniforme.

Le 30, à l'aurore, le vent vint encore nous contrarier. Je fis tirer à huit heures du matin une ſe-

conde éprouvette, qui montra un beau grain uniforme, ſemblable à une belle fonte griſe de fer, ſans apparence de partie ferreuſe. Cet acier chauffé ceriſe, ſe forgeoit bien; chauffé blanc, avant d'avoir été forgé, il éclatoit ſous le marteau: mais après l'avoir traité doucement, il a ſubi les chaudes ſuantes, s'eſt bien ſoudé. J'en ai fait faire un ciſeau à froid, qui enlevoit des copeaux de fer, ſans grainer, ni refouler.

A dix heures du même jour, j'ai tiré une troiſième éprouvette, qui étoit entièrement convertie en acier d'un grain uniforme; & comme les dimenſions de cette barre étoient un peu plus foibles que la majeure partie de celles qui étoient ſoumiſes à l'effet de la cémentation, j'ai fait continuer le feu juſqu'à ſept heures du ſoir.

Le feu a duré continu ſix jours & treize heures, dont trente-ſept heures de petit feu, un jour de feu moyen, & quatre jours d'un feu très-vif.

L'on a conſommé douze cordes de bois de 8 pieds de couche & de 4 pieds de hauteur, les buches de 28 pouces, ce qui fait ſeize voies de Paris, tant en chêne que hêtre, frêne & tremble, avec cent cinquante fagots de peuplier, qui ont produit 9 pieds cubes de cendres paſſées, peſant 37 livres le pied cube: au total, 333 livres, en négligeant les cendres provenant des fagots pour celles qui ont pu être mêlées dans les décombres & celles qui ont été entraînées dans la cheminée par le torrent de la ventilation. Il auroit fallu près de 100 pieds cubes de bois, tant plein que vuide, pour donner un pied cube de cendres, & la voie ne donneroit que 29 $\frac{1}{2}$ livres de cendres.

Le lendemain 31 août, j'ai fait démolir les murs poſtiches du fourneau encore rouge, afin de refroidir le creuſet, lequel s'étoit affaiſſé de 3 pouces au couchant & de 2 $\frac{1}{2}$ pouces au levant, par la fuſion

des mortiers qui lioient les briques : mais comme cette fuſion s'étoit opérée lentement & ſucceſſivement, les briques s'étoient reſſerrées & ſoudées l'une ſur l'autre, ce qui avoit empêché le creuſet de prendre de l'évent par les parties latérales, à l'exception du bord ſupérieur au couchant, où il y avoit une légère ouverture, qui avoit donné lieu à une dépreſſion de 2 pouces $\frac{1}{2}$ de la cémentation qui s'étoit conſommée. Le fer qui s'y trouvoit n'étoit point ardoiſé comme l'autre ; il étoit rougeâtre, & cette partie étoit redevenue fer à l'extérieur par le recuit.

La voûte ſupérieure étoit conſidérablement endommagée par l'effet de la chaleur ; pluſieurs briques s'en étoient détachées, & elle s'eſt ſurbaiſſée de 8 pouces dans pluſieurs endroits où les mortiers s'étoient fondus.

Les tuyaux de fonte de fer qui ſervoient de paſſage à la flamme, avoient éprouvé pluſieurs ſortes de dégradations ; l'ouverture des trois du centre s'étoit conſidérablement reſſerrée par le gonflement de la fonte qui s'étoit calcinée. Une partie étoit réduite en colcotar ; l'autre, & c'étoit la majeure, étoit décompoſée en une eſpèce de laitier fragile & teſſulaire, dont les feuilles formées ſucceſſivement, avoient diminué conſidérablement le diamètre de l'orifice de ces tuyaux.

Les deux des bouts étoient calcinés en partie comme les précédents ; mais il s'en étoit fondu une portion conſidérable, qui étoit tombée en nature de régule ſur la couche du ſable du creuſet, & l'avoit même pénétrée.

Les côtés intérieurs du fourneau, formant ſa chemiſe, avoient pouſſé intérieurement, & par conſéquent avoient reſſerré les évents qui donnent paſſage à la flamme. Cet effet procédoit, d'un côté, du ramolliſſement des briques par l'action du feu ; de l'autre,

par l'effet de l'expanſibilité des vapeurs, qui, agiſſant par une force centrifuge dans le maſſif des murs, ſe portoit également du côté des paremens extérieurs de la maçonnerie en pierre de taille, laquelle, par ſa maſſe & ſon poids, oppoſoit une réſiſtance ſupérieure à l'effort, repouſſoit l'effet contre le mur intérieur, dont les briques ramollies cédoient à la puiſſance.

Cependant il ſe fit le cinquième jour du feu, à la face extérieure du fourneau, une petite lézarde, d'où il ſortoit une vapeur légére, dont une partie condenſée ſuintoit une eau limpide.

Après quatre jours de refroidiſſement, je fis démolir le 3 ſeptembre, les bouts du creuſet, pour en tirer l'acier, qui étoit encore aſſez chaud pour que les ouvriers fuſſent obligés de ſe ſervir d'enveloppes.

Le ſable vitreſcible qui couvroit le creuſet s'étoit agglutiné en une maſſe blanche, grenue & cryſtalline, qui formoit une eſpèce de granit artificiel. Cette couverture s'étoit foiblement dérangée: elle étoit ſeulement crevaſſée dans quelques endroits. La maſſe totale du fer & du cément s'étoit ſurbaiſſée de près de 2 pouces, leſquels, joints aux 2 $\frac{1}{2}$ pouces de taſſement du creuſet, formoient en tout une dépreſſion totale de 4 $\frac{1}{2}$ pouces ſur toute la capacité du creuſet, ce qui fait près de 4 pieds cubes ou $\frac{1}{6}$ de la poudre de cémentation employée; mais cette perte de la cémentation eſt produite par pluſieurs cauſes, ſoit naturelles, ſoit accidentelles, leſquelles préſentent différens phénomènes, qui méritent attention.

La ſuie & les matières animales qui entrent dans la cémentation, ne ſont pas réduites à l'état charbonneux parfait qu'elles acquièrent pendant la cuite de l'acier; cet effet qu'elles ſubiſſent les diminue de volume, première cauſe de taſſement.

Lorſque des ſubſtances de diverſe nature, combi-

nées dans une même maſſe, ſont expoſées au feu; elles ſubiſſent l'effet de la réaction que leurs parties conſtitutives ont l'une ſur l'autre ; il en réſulte une pénétration qui en diminue le volume & en augmente le poids ſpécifique : ſeconde cauſe phyſique de diminution.

Une troiſième cauſe, qui eſt accidentelle, procède de l'évent produit, tant par les crevaſſes légères de la couche de ſable qui couvre le creuſet, que par l'ouverture formée à l'un de ſes bouts par la fuſion des mortiers ; enſorte que la portion de cémentation qui avoit communiqué avec le feu extérieur combiné avec l'air atmoſphérique, s'étoit en partie conſommée.

Enfin, une quatrième cauſe procède de la nature calcaire de la pierre poreuſe du fond du creuſet, laquelle a conſommé en partie la poudre de cémentation d'une part, & de l'autre en a détruit l'effet par ſa propriété oppoſée à celle de la cémentation : enſorte que les barres du fond, qui, après l'opération, touchoient la ſurface intérieure de cette pierre, y étoient adhérentes ; & cette ſurface étoit redevenue fer, tandis que celle oppoſée, couverte de cémentation, étoit de très-bon acier.

Afin de ne pas nous diſtraire des différens objets qui doivent fixer actuellement notre attention, nous réſervons à la fin de ce Mémoire des réflexions & des obſervations qui pourront ſervir de règle aux particuliers qui voudroient élever des Manufactures d'acier par cémentation, dans la conſtruction des fourneaux deſtinés à cette opération.

Je reviens à l'acier, qui eſt le principal objet des vues du Gouvernement, & conſéquemment de ce Mémoire.

Je fis tirer le 4 ſeptembre tous les fers cémentés du creuſet, & ayant l'inventaire à la main, j'en re-

connus les numéros, pour faire ranger chaque sorte sous son numéro particulier, & ensuite je les fis peser séparément. Le poids total se trouva de 4131 $\frac{1}{2}$ livres; ils pesoient bruts, avant la cémentation, 4070 $\frac{1}{2}$ liv. Il y a donc une augmentation de 61 livres, qui donne par quintal 1 livres 7 onces 4 gros 71 grains moins $\frac{20}{8625}$. Cet accroissement de poids pouvoit procéder en partie de quelques parcelles de matières charbonneuses de la cémentation, attachées à la surface des barres; & pour constater précisément l'accroissement de poids que produit la cémentation, dans une expérience subséquente j'ai soumis à la cémentation 509 livres de barres de fer écurées, pour en enlever la rouille: elles ont été de même écurées après la cémentation, pour enlever la matière charbonneuse; & après en avoir reconnu le poids, il s'est trouvé 6 $\frac{1}{2}$ livres d'excédent, ce qui donne par quintal 1 livres 4 onces 6 gros 28 $\frac{4}{7}$ grains d'augmentation, qui ne peut être attribuée qu'à la quantité du principe qui s'incorpore dans le fer, & le convertit en acier; principe qui en augmente non-seulement le poids, mais encore le volume, de 10 $\frac{1}{2}$ lignes juste par 100 pouces de longueur des barres, indépendamment des soulevemens de l'étoffe du fer, qui forment des ampoules dont il sera question.

Nous nous étendrons beaucoup plus au long sur ces points de Physique, dans le Traité complet de l'Acier que nous nous proposons de publier incessamment; nous y donnerons des résultats d'expériences faites sur des masses de 80 milliers de fer cémentés à-la-fois.

Comme il nous restoit 941 $\frac{1}{2}$ livres de fer brut, que le fourneau de Buffon ne pouvoit servir à une troisième opération, sans y faire des réparations notables, qui auroient exigé beaucoup de temps, & que nous desirions varier l'opération; nous avons

fait tranſporter à la Manufacture de Néronville ces fers, qui ont été joints avec 440 liv., provenant des Forges du Berry, appartenantes à M. le Duc de Charoſt, & qui ſont arrivés trop tard pour être cémentés à Buffon. Tous ces fers ont été cémentés avec ceux de la fournée de décembre 1780, dans un creuſet ſéparé & diſtingué de ceux de la Manufacture.

Lorſque l'acier fut peſé, je ſéparai tous les bouts peſant 582 livres, que j'envoyai au martinet de la petite forge du Buffon, pour le ſuer, le ſouder & l'étirer en barrettes; l'on y employa 45 pieds cubes de charbon de bois. Cet acier brut a produit:

» En acier bon, propre à travailler . 503 liv.
» En rebuts, de celui qui n'a pas bien ſoudé. 15
» Et en déchets conſommés. . . . 64

» Total du poids de l'acier brut. . 582 liv.

Comme je me ſuis apperçu que le Martineur de Buffon n'avoit pas l'uſage de travailler l'acier, & que l'ordon n'étoit pas favorablement diſpoſé pour cette opération, je me déterminai à faire tranſporter 3650 liv. d'acier brut à Néronville, pour y être fabriquées en acier commerçable ſous différens calibres, par des Ouvriers au fait & outillés convenablement.

Les fers que je fis cémenter à Néronville en octobre 1780, éprouvèrent des variétés dans leur cémentation, comme ceux que j'avois cémentés à Buffon, & ce en raiſon de leur qualité intrinsèque & de leurs dimenſions. L'on verra dans le tableau ſuivant, les qualités, les défauts & les variétés qui les caractériſent, & les différentes ſortes de mines qui les ont produits.

Nous avons ajouté au tableau, 1°. une ſorte de fer ſous le n° 13, provenant d'un mélange des fers des dix premiers numéros, dont j'avois coupé les bouts, qui avoient été expoſés à l'action immédiate du feu, lors de l'accident arrivé au creuſet le 9 août. Ces bouts, peſant 130 liv., ont été mis à l'affinerie pour les corroyer ; l'on en a tiré deux barres, peſant 105 livres ; ce qui donne 25 livres de déchet, à cauſe des parties calcinées avant cette opération.

2°. Une barre de fer de Sibérie, que nous nous étions procurée, & dont les Ouvriers ont mêlé l'acier fabriqué avec les fers de Suède.

3°. Du fer de Pêmes en Franche-Comté, que la Manufacture de Néronville avoit fait venir par eſſai.

Nous avons fixé à 50 l'effort néceſſaire pour rompre le fer le plus caſſant, & à 200 le dernier terme de la force de ceux que nous avons éprouvés. Nous n'aſſurons pas que ces degrés ſoient aſſignés avec une préciſion rigoureuſement mathématique ; nous n'avions pas à notre diſpoſition des inſtrumens propres à reconnoître la force préciſe de chaque fer : nous ne l'avons reconnue que par les coups de maſſe plus ou moins multipliés qu'ils ont exigés pour les rompre ſur le caſſoir ; & comme, dans toutes les eſpèces, nous en avons trouvé de plus ou moins réſiſtans, nous avons toujours pris pour baſe ceux qui ont exigé le plus d'effort dans chaque ſorte. L'on doit faire attention auſſi que, dans le cours d'une longue fabrication, il y a des variétés qui nuancent la qualité des fers, & la changent même preſque totalement. Des veines de minérai, des qualités de charbon, l'intelligence & l'attention des Ouvriers y concourent.

Nous avons penſé qu'il étoit néceſſaire de donner d'abord le détail de toutes les opérations ſucceſſives de la cémentation, avant d'entrer dans l'analyſe des

A Néronville, cet acier a paru vif, chauffant, ſec, facile à forger, ſoudant bien, plein, homogène, grain fin, ſombre, d'une trempe très-dure, caſſant en flûte avec des miettes.

Le ſieur Langlois l'a trouvé vif, ſec, craignant le feu, pailleux, dur à la trempe, d'un grain très-fin, uniforme.

Le ſieur Perret l'a jugé chauffant & ſoudant à volonté, doux au marteau, dur à la trempe, d'un grain fin avec quelque brillant, ayant des pailles & des filandres.

Obſervations particulières. La diſparité des eſſais procède des nuances qui ſe trouvent dans une même barre d'acier. La pâte de celui-ci eſt généralement bonne : ſon étoffe eſt défectueuſe, ſa vivacité eſt le défaut de tous les aciers fins ; ils perdent inſenſiblement cette vivacité, par l'intelligence de l'Ouvrier. Les défauts de ſon étoffe proviennent de ceux de la fabrication primitive du fer ; il demande une cémentation modérée.

N°. II. *Fer d'Eſpagne, venant de Bilbao, ſans marque.*

Nous ne connoiſſons pas la nature des mines qui ont produit ce fer : il étoit en applati ; nous l'avons fait corroyer, pour le réduire en barres : il s'eſt montré caſſant, crevant, & très-difficile à forger à chaud, très-facile à froid, & de la plus grande ténacité.

Sa pâte étoit compoſée de $\frac{1}{4}$ grain fin gris, $\frac{1}{4}$ nerf cendré rembruni, rompant avec le plus grand effort, & en arrachant de loin, doux à la lime, aſſez mal fabriqué, ayant des pailles & des gerçures. Nous eſtimons ſa force à 190 degrés : il a perdu au corroi 6 pour $\frac{0}{0}$.

Ce fer étant ſorti de la cémentation, étoit couvert de beaucoup de bulles rondes, larges & élevées ; ſon

ſon vernis étoit bleú, moins haut en couleur que celui de Suède ; ſon grain moyen, lamelleux, diviſé par des ſoufflures.

Cet acier-poule, travaillé au martinet de Buffon, s'eſt trouvé très-facile à chauffer, à forger & à ſouder ; ſa pâte pleine, homogène, d'un grain fin, gris-ſombre, dur à la trempe.

A Néronville, il s'eſt travaillé avec la plus grande facilité, ſoudant parfaitement, d'une pâte homogène, d'un grain fin, gris, uniforme, quelques pailles & filandres dans ſon étoffe, d'une moyenne dureté à la trempe, caſſant net en flûte.

Le ſieur Langlois l'a qualifié d'excellent acier ſuperfin, ſe chauffant & ſoudant bien, dur à la trempe, d'un grain très-fin, uniforme.

Le ſieur Perret, qui n'a pas porté la même attention que le ſieur Langlois pour diſtinguer la différence de ces aciers, a confondu ce n° avec neuf autres, qu'il dit ſe chauffer & ſouder à la volonté de l'Ouvrier, doux au marteau, dur à la trempe, d'un grain fin, pas toujours égal, ayant des filandres & des cendrures.

Obſervations. La pâte de ce fer d'Eſpagne eſt une des plus propres à faire des aciers de haute qualité : on deſireroit un peu plus de netteté dans ſon étoffe ; il demande une cémentation active, & d'être trempé roſe pour lui donner de la dureté.

N°. III. *Fer de la Forge de Ginela en Languedoc, timbré d'une cloche, appartenante à M.* DE RIVALZ.

Ce fer a été travaillé à la Catalane, avec des mines ſpathiques blanches & brunes ; des hématites rouges & brunes, mêlées d'une terre vitreſcible.

Les barres avoient 26 $\frac{3}{4}$ lig. de largeur & 6 $\frac{1}{2}$ lig. d'épaiſſeur.

La pâte étoit compoſée de très-peu de grain fin & gris : tout le reſte étoit nerf blanc, rompant avec beaucoup d'effort, en arrachant & de loin; forgeant très-bien à chaud & à froid, doux à la lime, mal fabriqué, ayant des pailles. Nous eſtimons ſa force à 200 degrés : il a perdu 6 $\frac{1}{10}$ pour $\frac{0}{0}$ au corroi. Ce fer avoit déja été repaſſé au martinet dans la forge, parce que la première fabrication dans les Forges Catalanes eſt ordinairement très-défectueuſe.

Ce fer, au ſortir du creuſet de la cémentation, a montré des pailles : il étoit couvert de groſſes bulles plates, éloignées les unes des autres; ſa ſurface étoit d'un bleu-foncé rembruni.

Cet acier-poule, paſſé au martinet de Buffon, s'eſt trouvé vif au feu, exigeant des ménagemens pour le forger & le ſouder; d'une pâte homogène, d'un grain fin uniforme, d'une étoffe filandreuſe.

A Néronville, il a été trouvé ſenſible au feu, difficile à forger, ſoudant bien en le ménageant, d'une pâte égale, ayant du corps, d'un grain fin, gris uniforme, d'une étoffe pailleuſe & filandreuſe, caſſant inégalement.

Le ſieur Langlois juge cet acier ſe chauffant facilement, très-dur au marteau, cependant ſe ſoudant très-bien, ce qui n'eſt pas ordinaire. Cela prouve qu'il a beaucoup de corps; il ſe trempe dur à une douce chaleur, ſe dépouille bien, montre un grain fin & égal, & eſt propre à faire de bons tranchans.

Le ſieur Perret le confond avec le précédent n°.

MM. Bernières & Duviviers, Graveurs des Monnoies, ont fait faire des coins de cet acier; quatre ont parfaitement réuſſi, un s'eſt briſé à la trempe, un autre s'eſt éclaté ſous le balancier, après quelques jours de ſervice.

Obſervations. Ce fer, que je conſidère comme la première qualité de France dans ſon état de fer,

donne un acier très-fin, qui a du corps & du reſſort, qualité très-recherchée : il ne lui manque qu'un peu plus de proprieté, qu'il ſeroit facile de lui donner en ſoignant plus ſa fabrication. Sa vivacité n'eſt qu'un défaut accidentel dont on peut le corriger.

N°. IV. *Fer de la Forge de la Combe, envoyé par M.* LA GUERRE, *Maître de Forge dans le Comté de Foix, marqué des trois lettres F. I. S.*

Ce fer eſt fabriqué à la Catalane comme le précédent, avec des mines à-peu-près de même caractère (1); les barres avoient 27 lignes de largeur ſur 6 $\frac{3}{4}$ lignes d'épaiſſeur, compoſées de $\frac{1}{3}$ de grain fin, mêlé de $\frac{2}{3}$ nerf blanc, rompant difficilement & en arrachant, forgeant bien à chaud & à froid, ferme à la lime, médiocrement fabriqué, ayant des pailles. Nous eſtimons ſa force à 180 degrés : il n'a perdu que 4 $\frac{3}{4}$ pour cent au corroi.

Après la cémentation, ce fer étoit couvert de bulles oblongues de moyenne groſſeur ; ſon vernis étoit bleu clair ardoiſé ; ſon grain petit, uniforme, lamelleux & brillant.

Cet acier-poule, corroyé à Buffon, s'eſt trouvé facile à chauffer, ſoudant bien avec attention, doux au marteau. Quoique ſa pâte ne fût pas entièrement homogène, le grain en étoit fin, uniforme, ayant une tache noire au centre, ſon étoffe filandreuſe, prenant une dureté moyenne à la trempe.

(1) Je dois au zèle dont M. de Saint-Sauveur, Intendant du Rouſſillon, donne des preuves dans toutes les occaſions qui ſe préſentent d'exciter l'émulation dans les Arts de ſon département, les fers de la Combe & de Gincla. Ce n'eſt pas la ſeule obligation en ce genre, dont je doive à ce Magiſtrat un hommage de reconnoiſſance.

A Néronville, il s'eſt montré ſenſible au feu, exigeant au forgeage, d'un grain fin, gris, d'une pâte homogène, d'une étoffe pailleuſe, d'une trempe dure, & caſſant irrégulièrement avec des miettes.

Le ſieur Langlois s'exprime ainſi : « Cet acier ne » craint pas le feu ; il ſe chauffe ſans griller, ſoude » facilement, ſe dépouille bien à la trempe, & y » prend beaucoup de dureté : ſon grain eſt très-fin » & uniforme ; il eſt propre, comme le précédent, » à faire de bons tranchans. Le couteau que nous en » avons fait, a un très-bon tranchant, montre quel- » ques filandrures & des pailles.

Le ſieur Perret ayant eſſayé un premier morceau, l'a trouvé réfractaire, & ne pouvant ſe chauffer, ſuant ſans ſe décompoſer ni éclater ſous le marteau. Un ſecond morceau s'eſt montré plus ductile, d'un grain fin, dur à la trempe, ayant des pailles & des veines.

Obſervations. Ce fer a été fabriqué comme le précédent, par liquation, à la Catalane ; mais il n'eſt pas d'une pâte auſſi égale, ce qui a donné lieu à la variété qu'il a montrée dans les eſſais. Il eſt cependant ſuſceptible d'être converti en très-bon acier, lorſque l'on en ſoignera plus la compoſition de l'étoffe, pour le rendre plus net.

N°. V. *Fer marqué A. R., provenant de la Forge d'Articole dans les Alpes du Dauphiné, appartenante à M.* DE LA MORLIÈRE.

Ce fer a été travaillé à l'Italienne, avec des mines ſpathiques blanches & brunes tirées de la montagne noire, partie en rives, partie en maillat, & partie décompoſées.

Les barres avoient 26 $\frac{1}{2}$ lignes de largeur ſur 8 d'épaiſſeur ; il montroit à ſa fracture $\frac{1}{3}$ grain fin & brillant, & $\frac{2}{3}$ nerf blanc, rompant avec beaucoup d'effort en arrachant de loin. Il s'eſt trouvé dans pluſieurs

barres quelques parties aciéreuſes cantonnées dans la pâte du fer.

Il forgeoit très-bien à chaud & à froid, bien fabriqué & mal paré, parce que, dans les forges à l'Italienne, l'on ne contreforge pas; que l'on étire toujours en travers, & jamais de long, & que l'on ne pare pas. Nous eſtimons ſa force à 190 degrés: il a perdu $5\frac{1}{7}$ au corroi.

Le fer de Dauphiné eſt ſorti de la cémentation chargé de beaucoup de groſſes bulles plates & oblongues, diſperſées dans l'étendue des barres qui étoient vernies en bleu ardoiſé; ſon grain étoit petit, lamelleux, uniforme, traverſé de quelques gerçures.

Cet acier-poule, corroyé à Buffon, a chauffé & ſoudé facilement, a pris de la dureté à la trempe & un grain fin, ayant un peu de nerf ferreux, avec des filandres & des cendrures.

Les Ouvriers de Néronville l'ont trouvé facile à travailler, prenant de la dureté à la trempe & un beau grain gris-ſombre, montrant des parties ferreuſes & des filandres, caſſant net.

Le ſieur Langlois dit qu'il grille un peu au feu par cantons, & qu'il ſe ſoude difficilement; qu'il ſe dépouille bien, & feroit de bons tranchans.

Le ſieur Perret a trouvé au contraire que cet acier étoit doux au marteau; chauffoit & ſoudoit facilement; qu'il prenoit un beau grain & de la dureté à la trempe; qu'il étoit plus net que les n^os précédens & les ſuivans, excepté le n° X.

Obſervations. Le fer du Dauphiné eſt travaillé à l'Italienne, *mazeré & pati;* il eſt très-propre à faire un bon acier. La vivacité que le ſieur Langlois y a trouvée eſt un accident qui ne doit point tirer à conſéquence, & procède de ce que le morceau qu'il a éprouvé, avoit ſouffert deux fois la cémentation. L'on ſait que les fontes du Dauphiné ont une très-

grande propriété à être converties en acier, & qu'il y a dans cette Province vingt-huit Acieries, qui ne ſont alimentées qu'avec les fontes procédant des mines ſpathiques des Alpes Françoiſes & Savoyardes. Au ſurplus, ſi cet acier a paru avec des veines ferreuſes, c'eſt que le fer avoit été fabriqué ſous une trop forte épaiſſeur. Celui que le ſieur Langlois a éprouvé, n'avoit point de nerf, parce que la cémentation avoit été non-ſeulement complette, mais même trop continuée.

N°. VI. *Fer marqué F., provenant de la forge de Lod eu Franche-Comté, appartenante à M.* FLEURS *l'aîné.*

Ce fer a été travaillé à la manière Allemande, en renardière, avec des mines d'alluvion en piſolite des bords de la Saône, dans la terre calcaire.

Les barres avoient 27 $\frac{1}{3}$ lignes de largeur & 7 $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur bien fabriqué & bien forgé; ſa pâte étoit compoſée de $\frac{1}{4}$ de grain fin gris, & $\frac{3}{4}$ nerf cendré, rompant difficilement en arrachant de long, ſe forgeant bien à chaud & à froid, un peu dur à la lime. Nous eſtimons la force à 170 degrés: il a perdu 7 $\frac{1}{2}$ par $\frac{0}{0}$ au corroiement.

Ce fer eſt ſorti du creuſet de cémentation couvert de beaucoup de petites bulles ſemées dans l'étendue des barres, dont les ſurfaces étoient de couleur bleue ardoiſe; ſon grain étoit fin, plein, uniforme, de couleur cendrée.

Il s'eſt montré, à Buffon, vif, difficile à forger, ayant un grain blanc & brillant, avec un peu de nerf ferreux.

A Néronville, on a trouvé qu'il craignoit le feu, qu'il ſoudoit difficilement, dur à la trempe, d'un grain fin, gris mêlé de plus gros & brillant, ayant des veines ferreuſes, & caſſant en ſûre.

Dans la seconde opération, le sieur Langlois dit que cet acier chauffe chaud; qu'il soude bien & facilement; qu'il se trempe dur à un foible degré de chaleur; qu'il ne se dépouille pas net; que sa pâte est composée d'un grain très-fin, uniforme, homogène; qu'il a les propriétés du n° IV, pour faire de bons tranchans; & au surplus, qu'il est propre à faire des ressorts.

Le sieur Perret l'a mis au nombre des dix n^os qui se chauffent & se soudent à volonté, qui prennent une bonne dureté à la trempe & un grain fin.

Les deux filières qui ont été cémentées n'ont pas été entièrement converties en acier, parce qu'elles étoient beaucoup trop épaisses; elles provenoient de ce fer, & étoient destinées pour la Tréfilerie de Lod.

Observations. Il ne manque à ce fer que plus de netteté dans son étoffe, pour faire un excellent acier; il exige une cémentation qui ne soit pas trop active, mais qui soit long-temps continuée. L'acier-poule qu'il a produit a eu d'abord beaucoup de vivacité, mais il l'a perdue dans le corroi, & est devenu facile à forger: il réunit deux grandes propriétés, la dureté & le ressort.

N°. VII, *marqué B. F., envoyé par M.* GRANDIDIER, *Maître des Forges de Beffort en Alsace.*

Ce fer a été fait à la méthode Vallone ou Françoise, avec des mines en hématites brunes, rouges & noires, dans une terre vitrescible & argilleuse.

Les barres étoient forgées sur 27 $\frac{1}{2}$ lignes de largeur & & 7 $\frac{3}{4}$ d'épaisseur, forgeant bien à chaud & à froid.

Sa pâte est composée de $\frac{1}{3}$ de grain fin gris, & de $\frac{2}{3}$ nerf cendré, rompant difficilement en arra-

chant de loin, un peu dur à la lime, ſon étoffe bien fabriquée & pleine. Nous l'eſtimons à 170 degrés de force ; il a perdu $5\frac{4}{7}$ par $\frac{0}{0}$ au corroi.

La cémentation a couvert ſes ſurfaces de bulles nombreuſes très-petites, les a colorées d'un bleu ardoiſe, & a changé ſa chair en un petit grain lamelleux, uniforme & cendré.

L'acier-poule a paru, au travail de la forge de Buffon, vif au feu & au marteau, ne ſoudant qu'avec précaution ; ſa pâte étoit homogène, & ſon étoffe quelquefois filandreuſe.

Quoiqu'il ait montré à Néronville quelques parties vives, il s'eſt en général bien manipulé & a bien ſoudé ; la trempe lui a donné de la dureté, & un beau grain fin gris blanc, caſſant inégalement.

Le ſieur Langlois dit : » Cet acier ne craint pas le » feu ; il eſt plus dur au marteau que les précédens, » ſoude aſſez bien, ſe dépouille entièrement à la » trempe qui lui donne un grain fin & uniforme, » ſurpaſſe en qualité le n° IV, eſt égal au n° II, » & pourroit être comparé au meilleur acier d'Angle- » terre, s'il étoit auſſi net ; mais le couteau qui en » a été fait, montroit des filandres ; un burin formé » de cet acier entamoit l'acier, ſans grainer, ni re- » fouler. «

Le ſieur Perret l'a confondu avec les dix n^os^ qui ſe forgent & ſoudent bien.

Obſervations. Ce fer n'eſt pas d'une qualité égale ; l'un eſt preſque tout nerf & l'autre tout grain, ce qui occaſionne de la diſparité dans les eſſais de ſon acier, qui a beaucoup de corps. Ce fer ſoutient une cémentation active ; il donne un acier d'une excellente pâte & d'un beau grain : on n'y deſire dans l'étoffe que la netteté néceſſaire pour les ouvrages de la coutellerie & de bijouterie, perfection qu'il ſeroit poſſible de lui donner en ſoignant ſa fabrication.

N°. VIII, *marqué d'un trèfle. Fer de la Forge de Clavières en Berry, envoyé par M.* CARROYON.

Ce fer a été fabriqué à la Vallone, c'eſt-à-dire, en affinerie plate, avec des mines en piſolites dans la terre calcaire. Les barres avoient 25 $\frac{1}{6}$ ligne de largeur & 6 lignes d'épaiſſeur; il montroit à la fracture $\frac{1}{3}$ petit grain, plat, brillant, & $\frac{2}{3}$ de nerf médiocre cendreux, rompant de court par un premier effort, forgeant paſſablement à froid & à chaud, doux à la lime & au marteau. Il étoit fort mal fabriqué. Nous eſtimons ſa force à 150 degrés: il a perdu 7 $\frac{2}{3}$ pour $\frac{0}{0}$ au corroiement.

La cémentation a fait élever à ſes ſurfaces quelques bulles petites & rondes, mêlées de plus groſſes plates, & les a vernies d'une couleur bleue ardoiſe, mêlée de traits azurés; ſa pâte étoit compoſée d'un grain fin ſombre, & ſon étoffe eſt devenue pailleuſe & fendillée.

Cet acier-poule travaillé à Buffon, a chauffé ſec, & s'eſt forgé aſſez facilement: il n'a pas pris une trempe très-dure: ſon grain étoit moyen, blanc, & ſon étoffe filandreuſe & pailleuſe.

Les Ouvriers de Néronville l'ont trouvé facile à chauffer, à forger & à ſouder, d'une moyenne dureté, d'un grain fin, inégal & brillant; ſon étoffe étoit ferreuſe & pailleuſe, caſſant net.

Le ſieur Langlois l'a jugé inférieur au n° VII, tenant le milieu entre les n^os IV & V, ſoutenant bien les chaudes graſſes, forgeant & ſoudant bien, ne ſe dépouillant pas à la trempe, d'un grain fin égal, & d'une étoffe pailleuſe & filandreuſe.

Le ſieur Perret l'a confondu, comme le précédent, avec les dix n^os qui ſe forgeoient & ſe ſoudoient à volonté, prenant une bonne dureté à la trempe, & d'un bon grain, avec des points brillans.

Observations. Quoique la pâte de ce fer ſoit ſuſceptible d'être convertie en acier fin, ſon étoffe eſt trop déſunie pour eſpérer d'en faire de bel acier. Il eſt difficile de ſaiſir ſon point de cémentation, puiſqu'il a pris de la vivacité, quoiqu'il contienne encore des parties ferreuſes.

Nous en avons eſſayé d'une autre forge de cette Province, qui a été beaucoup plus vif, & dont il n'a pas été poſſible de lier la pâte par le forgeage. Ce dernier fer provenoit des Forges de M. le Duc de Charoſt.

N°. IX. *Fer marqué* 3 *N. de la Forge de Longuion dans les Evêchés, appartenante à Madame* HARDI.

Ce fer, fabriqué à la Vallone, eſt produit par des mines d'alluvion en pierres hématites jaunâtres, en oolites & en greluches dans la terre calcaire. Les barres avoient 27 $\frac{1}{2}$ lignes de largeur, & 7 $\frac{1}{10}$ lignes d'épaiſſeur.

Sa pâte eſt compoſée de $\frac{1}{3}$ grain rond & mat, & de $\frac{2}{3}$ nerf gris-cendré, rompant avec effort & déchirement, forgeant bien à chaud & à froid, ferme à la lime, dur au marteau. Il étoit très-bien fabriqué. Sa force a été eſtimée 175 degrés : il a perdu 6 $\frac{1}{3}$ au corroiement.

Ce fer eſt ſorti du creuſet de cémentation couvert de bulles élevées & oblongues, de médiocre groſſeur, mêlées de plus petites ; ſa couleur étoit bleue-ardoiſée ; ſon grain étoit fin, lamelleux & brillant, ſans pailles ni gerçures.

Cet acier-poule, travaillé à Buffon, s'eſt trouvé facile à chauffer, à forger & à ſouder, d'un grain fin, égal, un peu blanc, dur, d'une pâte homogène, & d'une étoffe pleine & unie.

A Néronville, de même ſon grain étoit un peu

plus gris, avec quelques veines ferreuſes, dur & caſſant net.

Le ſieur Langlois l'a trouvé plus difficile à chauffer & à ſouder que le n° VIII, dur au marteau, ſe découvrant à la trempe, qui lui donne un grain fin, dur, ayant des pailles & des filandres.

Le ſieur Perret l'a confondu avec les dix n^os qui forgent & ſoudent bien.

Obſervation. Ce fer eſt un des mieux fabriqués, & donne un très-bon acier; il prend difficilement la cémentation; il faut qu'elle ſoit vive par ſon action, & pouſſée modérément; il eſt facile d'en ſaiſir le point de ſaturation; ſon acier eſt ferme, dur & élaſtique.

N°. X. *Fer marqué R. ✠ E. de la Forge d'Ecot en Champagne, envoyé par M.* MICHEL, *Maître de cette Forge.*

Ce fer, fabriqué à l'Allemande, avec des mines d'alluvion, dites mines en roche; ce ſont des hématites brunes & rouſſes, mêlées d'oolites dans la terre calcaire. Les barres avoient 27 $\frac{1}{3}$ lignes de largeur, & 7 $\frac{1}{6}$ d'épaiſſeur, forgeant bien à chaud & à froid. L'étoffe de ce fer étoit compoſée de $\frac{1}{3}$ de grain rond & gris, & de $\frac{2}{3}$ nerf cendré, rompant avec effort & déchirement. Quelques barres ſe ſont trouvées compoſées entièrement d'un grain plat & brillant. Ce fer, très-bien forgé, étoit dur au marteau & à la lime: il a été eſtimé 145 degrés de force, & a perdu 7 $\frac{1}{12}$ pour $\frac{0}{0}$ au corroiement.

Après la cémentation, les barres ont paru médiocrement couvertes de petites bulles rondes & élevées, colorées en bleu-ardoiſé; ſon grain étoit petit, lamelleux, ſombre, ſans paille ni gerçures.

Il s'eſt travaillé à Buffon avec beaucoup de facilité,

ſon grain étoit très-fin, blanc-mat dans le contour, gris au centre ; ſa pâte homogène & un peu cendreuſe, d'une étoffe unie.

Il a été trouvé à Néronville, facile à chauffer, difficile à ſouder, d'un grain fin gris, cendreux, dur à la trempe & caſſant ſec.

Le ſieur Langlois a trouvé que cet acier craignoit le feu, qu'il ſoudoit cependant aſſez bien ; qu'il ſe dépouilloit à la trempe, & y prenoit beaucoup de dureté, d'un grain fin ; qu'il étoit plus net & moins pailleux que les n^os précédens ; qu'une lancette & un couteau faits de cet acier ſe ſont trouvés d'un très-bon ſervice.

Le ſieur Perret a diſtingué cet acier des autres, & l'a comparé au n° V. Un raſoir qu'il a fait avec cet acier trempé roſe, & recuit jaune, malgré des ſilandres apparentes, a conſervé dans le ſervice ſon tranchant avec beaucoup de douceur.

Il a été fait deux coins de monnoie de cet acier, pour frapper des louis ; ils ſe ſont trouvés d'un très-bon ſervice.

Obſervations. Ce fer, qui eſt de l'eſpèce que l'on nomme fer de roche de Champagne, n'eſt pas d'une pâte tout-à-fait auſſi fine que celle du fer de Berry, mais elle eſt plus pure en général. Ce fer de roche eſt plus propre que celui de Berry à faire des Ouvrages qui exigent de la force & de la propreté ; la pâte eſt plus liante & plus unie, d'où naît la propriété à faire de bon acier. Il reçoit avidement la cémentation, ce qui doit rendre circonſpect & dans la nature de la cémentation, & dans le régime du feu.

N°. XI. *Fer de la Forge de Buffon en Bourgogne, appartenante à M. le Comte* DE BUFFON, *& fourni par M. de Lauberdière, Maître de ladite Forge.*

Ce fer, qui a été fait par macération, avec des

fontes qui proviennent de mines en piſolites, mélangées de ſable vitreſcible, d'oolites & greluches dans la terre calcaire, eſt une des meilleures qualités de la Province de Bourgogne.

Les barres avoient 23 $\frac{1}{2}$ lignes de largeur ſur 8 $\frac{1}{2}$ lignes d'épaiſſeur. Ce fer étoit compoſé de $\frac{1}{4}$ gros grain, de $\frac{1}{4}$ de petit lamelleux & brillant, & de $\frac{1}{2}$ nerf gris, rompant de court ſans beaucoup d'effort, forgeant mieux à froid qu'à chaud, dur à la lime, médiocrement fabriqué avec des pailles. Il eſt eſtimé avoir 100 degrés de force : il a perdu 5 $\frac{1}{4}$ pour $\frac{0}{0}$ au corroiement.

Ces barres, après la cémentation, étoient parſemées à leur ſurface de petites bulles rondes, un peu élevées & très-multipliées, & teintes d'une couleur bleue-ardoiſée ; l'intérieur montroit un petit grain brillant, lamelleux & uniforme, avec des pailles.

Cet acier-poule a forgé & ſoudé en général aſſez bien ; il s'eſt trouvé des parties plus vives les unes que les autres ; ſa pâte étoit d'un grain très-fin, de couleur matte, & ſon étoffe filandreuſe.

A Néronville, cet acier s'eſt forgé facilement & bien ſoudé ; la trempe ne lui a pas donné une très-grande dureté ; il a pris un grain très-fin gris, ayant au centre un nerf ferreux.

Entre les mains du ſieur Langlois, il a paru vif, & craignant le feu & le marteau, ſoudant cependant aſſez bien en le ménageant ; il s'eſt peu découvert à la trempe, y a pris de la dureté, un grain moyen & mêlé : tel un acier commun qui n'eſt pas net.

Un premier morceau, travaillé par le ſieur Perret, s'eſt trouvé réfractaire, ne pouvant chauffer ſans ſe décompoſer ſous le marteau, comme le n° V.

Un ſecond morceau a été plus ductile, dur à la trempe, mais d'une étoffe déſunie & ſale.

N°. XII. *Fer de la même Forge de Buffon en Bourgogne.*

Ce fer n'a point été fait par macération comme le précédent ; il étoit tel que celui qui ſe fabrique ordinairement dans la Forge de Buffon, & procédant de la même gueuſe que le n° XI.

Les barres avoient 24 lignes de largeur & 8 d'épaiſſeur ; ſa pâte étoit compoſée de $\frac{1}{3}$ de gros grain lamelleux, de $\frac{1}{3}$ de plus petit & brillant, & de $\frac{1}{3}$ de nerf, ſombre, caſſant avec peu d'effort, forgeant à froid, crevant à chaud, propriété qui l'aſſimile au fer d'Eſpagne, n° II. Il étoit médiocrement fabriqué, dur à la lime ; ſa force a été eſtimée 90 degrés.

Ce fer, après la cémentation, étoit parſemé dans ſes ſurfaces de petites bulles, partie rondes, partie oblongues, avoit pris une couleur bleue-ardoiſée ; ſon grain étoit très-petit, lamelleux, uniforme & brillant ; il montroit des gerçures, des travers & des pailles.

Travaillé à Buffon, il s'eſt montré vif au feu, forgeant difficilement, d'un grain fin blanc, ayant des pailles, des filandres & du nerf : il s'eſt montré tel à Néronville.

Le ſieur Langlois dit, dans ſon verbal : » Cet acier » eſt vif au feu, s'y brûle, éclate ſous le marteau, » ſe ſoude très-difficilement, ſe découvre bien à la » trempe, y prend de la dureté, a un grain aſſez fin, » mais il eſt pailleux & gercé. «

Le ſieur Perret a confondu ce n° collectivement avec ceux qu'il dit s'être forgés & ſoudés à volonté, &c. Il y a apparence que l'ayant comparé aux n°s I. II. III. IV. VI. VII. VIII. IX. & XI., pour éviter les détails, il s'eſt trompé particulièrement ſur le n° XII.

Obſervations. Ces fers, difficiles à travailler dès

leur origine, à cauſe des matières hétérogènes qu'ils contiennent, ne pourront jamais produire que des aciers communs quant à la pâte, & défectueux quant à l'étoffe. Nous voyons que, malgré que le n°. XI, procédant de la même gueuſe que le n°. XII, ait été macéré avant l'affinage ordinaire, n'a qu'un très-léger avantage ſur le n°. XII qui ne l'a pas été. Cette qualité de fer ſaiſit trop avidement la cémentation; il en exige une très-modérée, & conduite avec beaucoup de ménagement. Ce genre de fer réuſſiroit mieux à faire des aciers naturels.

N°. XIII. *Fer procédant de la combinaiſon de tous les* n^os^. *précédens, corroyés enſemble.*

Ce fer, compoſé des bouts de tous les autres fers corroyés enſemble, a été forgé en barres de 25 lignes de largeur ſur 8 lignes d'épaiſſeur; ſa pâte étoit compoſée de $\frac{1}{3}$ de grain petit, & de $\frac{2}{3}$ de nerf gris, rompant en arrachant avec beaucoup d'effort. Il a été jugé de 170 degrés de force; il étoit ferme à la lime, dur au marteau, forgeant bien à chaud & à froid, ayant cependant quelques veines aciéreuſes.

Il s'eſt médiocrement bourſoufflé à la cémentation, en petites bulles, partie rondes & partie oblongues, & a pris une couleur bleue-ardoiſée, avec un grain petit, égal & gris.

Cet acier, corroyé à Buffon, quoiqu'un peu vif, s'eſt bien forgé & ſoudé de même; il a montré un grain fin, ayant du nerf ferreux & des filandres.

A Néronville, il s'eſt chauffé plus facilement, s'eſt forgé & ſoudé aſſez bien; il a pris une trempe dure, un beau grain fin gris, ayant des veines ferreuſes, caſſant ni ſec ni net.

Il n'en a point été remis aux Couteliers.

Les perfections & les défauts des autres fers dont

celui-ci étoit compoſé ſe ſont réunis, d'où il eſt réſulté un acier mixte, qui n'eſt que d'une qualité médiocre. La force de ce fer qui a été eſtimée 170 degrés, eſt plus forte de 9 degrés que le terme moyen de celles de ceux ci-deſſus, parce que ce fer a reçu un ſecond affinage, qui a plus épuré ſes différentes parties. Mais comme l'on ne peut unir & combiner du fer aigre avec du fer doux, ſans altérer l'eſſence de ce dernier, & que la pâte qui en réſulte ne peut être aſſez bien combinée pour qu'elle ſoit homogène, il en réſultera toujours une étoffe inégale, qui ne pourra produire que des aciers d'une qualité inférieure. Il eſt donc prudent de cémenter les fers chacun ſéparément.

N°. XIV. *Fer de Sibérie, marqué du chiffre A. P. V. L.*

Ce fer nous a été adreſſé du Havre, mêlé avec le fer de Suède. Nous ne connoiſſons point le caractère des mines dont il provient, parce que nous n'avons pas ſu dans quel canton de la Sibérie il a été fabriqué.

Ce fer étoit mal fabriqué, en barres de 24 lignes de largeur & de 7 lignes d'épaiſſeur; ſa pâte étoit compoſée de $\frac{2}{3}$ de grain moyen terne, & de $\frac{1}{3}$ nerf gris, rompant de court, avec peu d'effort, ſe forgeant médiocrement à chaud, s'écrouiſſant à froid, dur à la lime, d'une étoffe pailleuſe avec des travers. Il a été eſtimé à 155 degrés de force, & a perdu 7 $\frac{1}{2}$ par $\frac{0}{0}$ au corroiement.

Dans la cémentation de ce fer, il s'eſt élevé à ſa ſurface beaucoup de bulles larges, plates, diſtantes les unes des autres, & il a pris une couleur bleue-ardoiſe; ſon grain eſt devenu moyen ſombre & ſaillant.

Travaillé à la forge de Buffon, il s'eſt montré vif au feu, difficile à forger & à ſouder; il a pris beaucoup de dureté à la trempe, un grain fin blanc; ſon étoffe

étoffe étoit cendreuſe & filandreuſe, caſſant net.

Obſervations. Il peut ſe faire, & il eſt hors de doute, que dans l'immenſe quantité de fer qui ſe fabrique en Ruſſie, il y ait des qualités qui aient plus de propriété à faire de bon acier, que celui qui a ſervi à nos expériences; mais celui-ci n'a produit qu'un acier dur, très-difficile à travailler, défectueux par le peu d'union de ſon étoffe. Il ſaiſit vivement le principe aciéreux; c'eſt pourquoi il faut le ménager, lui donner une cémentation moins active, & ſaiſir le point de ſaturation.

N°. XV.

Depuis l'expérience, nous avons fait paſſer à la cémentation trois milliers de fer de la Forge de Peſme en Franche Comté, qui nous a été adreſſé par M. Roſſigneux.

Ce fer, qui eſt employé avec ſuccès à la Manufacture royale d'Armes de Saint-Etienne, provient des mines d'alluvion en oolites, piſolites & en pierres ſpathiques dans une terre calcaire; il eſt compoſé de $\frac{1}{4}$ de petit grain brillant, & de $\frac{3}{4}$ nerf blanc, rompant avec effort. Il a produit un acier qui ſe travaille très-facilement, & ſe ſoude aſſez bien; il prend de la dureté à la trempe & un beau grain gris; ſon étoffe n'eſt pas nette; il y a des filandrures & des cendrures.

Si ce fer étoit fabriqué exprès, comme l'on fait les bons fers de tirterie, il ſeroit très-propre à compoſer un acier fin.

Le tableau des différens fers cémentés & convertis en acier, offre pluſieurs ſujets d'obſervations & de réflexions.

Nous ne nous livrerons pas à tous ceux qui ſe préſentent, parce que nous nous propoſons de donner inceſſamment un Traité complet ſur l'Acier, dont la

plus grande partie du travail eſt fait & copié. Les voyages que nous avons été obligés de faire, en ont retardé la publication. Nous en détachons ce Mémoire, parce qu'il nous a été demandé par le Gouvernement.

La force & le liant du fer procèdent de ſes parties conſtitutives, de leur juſte combinaiſon, de l'homogénéité de ſa pâte, & de la liaiſon intime de ſon étoffe; enfin, d'une juſte doſe du principe du feu, qui n'excède pas celle qui eſt néceſſaire pour donner de la ductilité aux parties élémentaires du métal.

La première de ces qualités procède de l'eſſence des mines.

La ſeconde du travail de l'affinerie.

La troiſième, du travail à la chaufferie & au marteau, lorſque l'Ouvrier cingle ſes pièces, chauffe & ſue ſon fer, le ramaſſe, le tranche, l'étire, le dreſſe & le pare.

La quatrième procède de l'eſſence, de la qualité des charbons, du régime du feu & de la direction du vent.

Or, comme l'effet des cauſes ſecondaires varie au point que l'on peut faire, avec les mêmes matières premières, dans la même Province, dans le même canton, dans la même forge, & à différentes époques, des fers de qualité variable, nous ne prétendons point donner atteinte à la réputation des différens fers du Royaume, en leur aſſignant leur rang de perfection dans le tableau que nous en allons préſenter. Notre jugement porte uniquement ſur ceux qui ont été ſoumis individuellement à nos expériences.

La perfection du fer, exigée par les Arts qui l'emploient, dépend autant de l'étoffe que de la pâte. Un bon fer eſt rarement ſujet aux travers; mais ſouvent il a des pailles profondes, des fentes & des cendrures. Les pailles, en formant une ſolution de continuité, affoibliſſent les maſſes, & les font rompre ſous un fardeau bien moindre que celui qu'un barreau de fer

de même qualité auroit ſupporté, ſi ſon étoffe eût été pleine & continue.

Les fentes, qui ſont une diviſion des parties fibreuſes, ſont formées par l'interpoſition d'une légère écorce de fer en décompoſition, qui s'eſt oppoſée à la ſoudure complette du vif des molécules ferreuſes.

Tous ces défauts du fer paſſent dans les aciers qui en procèdent; la cémentation ne fait que les développer & les rendre plus apparens. Comme ils n'ont d'autre ſource que l'inexactitude dans la fabrication, & qu'ils s'oppoſent à la force & à la netteté du poli des ouvrages qui en ſont compoſés, nous formerons une colonne, qui indiquera leur plus ou moins de perfection procédant de la principale opération de la fabrication.

Les fers tirent auſſi une perfection du forgeage. S'ils n'ont pas été bien ramaſſés & étirés pardevant, ils ſont ſujets à avoir des bouts écrus, des crevaſſes; lorſqu'ils ſont trop tranchés & parés ſur le champ, ils ſont ſujets à des moines; lorſqu'ils ont été bien forgés ſur le plat & parés noirs, ils ſont plus denſes & d'un poids ſpécifique plus fort. Nous formerons donc une colonne, qui indiquera, par l'ordre de leur inſcription les fers plus ou moins parfaitement fabriqués. Cela peut être utile pour faire naître l'émulation; véhicule puiſſant pour la perfection des Arts.

TABLEAU des différentes qualités de Fers du Royaume qui ont été convertis en Acier, & dans lequel ils ſont claſſés ſuivant leur différent genre de perfection, de manière que les plus parfaits en chaque genre ſont inſcrits les premiers.

	FER.			
	Qualités qui procèdent de la nature des mines & de la bonté de la pâte.		Qualités qui procèdent	
N^os. primitifs.			de la fabrication de l'étoffe.	de la forme extérieure par le forgeage.
	Provinces.	Forges.	Provinces.	Provinces.
III.	Languedoc	Gincla.	Champagne.	Evêchés.
V.	Dauphiné.	Articole.	Evêchés.	Champagne.
.	Comté de Foix.	La Combe.	Alſace.	Alſace.
IX.	Evêchés.	Longuion.	Fr. Com. Lod.	Fr. Com. Lod.
VI.	Fr. Comté.	Lod.	Dauphiné.	Fr. Co. Peſme.
VII.	Alſace.	Befort.	Fr. Co. Peſme.	Dauphiné.
XV.	Fr. Comté.	Peſme.	Bourgogne.	Bourgogne.
VIII.	Berry.	Clavière.	Comté de Foix.	Comté de Foix.
X.	Champagne.	Ecot.	Languedoc.	Languedoc.
XI.	Bourgogne.	Buffon.	Berry.	Berry.

	ACIER.		
N^os. primitifs.	Qualités qui procèdent de la nature des mines & de la bonté de la pâte.	Qualités qui procèdent de la pureté de la pâte.	de la netteté de l'étoffe.
	Forges.	Provinces.	Provinces.
III.	Gincla.	Alſace.	Champagne.
V.	Articole.	Champagne.	Alſace.
.	La Combe.	Dauphiné.	Evêchés.
IX.	Longuion.	Languedoc.	Fr. Comt. Lod.
VI.	Lod.	Comté de Foix	Fr. Co. Peſme.
VII.	Befort.	Fr. Comt. Lod.	Dauphiné.
XV.	Peſme.	Evêchés.	Languedoc.
VIII.	Clavière.	Berry.	Comté de Foix.
X.	Ecot.	Fr. Co. Peſme.	Bourgogne.
XI.	Buffon.	Bourgogne.	Berry.

Depuis que j'ai lu ce Mémoire à l'Académie, j'ai fait un voyage en Limouſin, dans lequel j'ai eu occaſion de voir trois petites forges. Le fer que l'on y fabrique eſt d'une très-bonne qualité, propre à faire de très-bon acier, ſur-tout le fer que l'on emploie à la Manufacture d'armes près de Tulles : il eſt de même qualité que celui du Dauphiné. Nous ſaiſirons la première occaſion de donner des détails ſur les opérations de cette Manufacture, dans laquelle nous avons remarqué plus d'attention dans le choix & dans la prépatation du fer, de préciſion dans le forgeage, de facilité & d'intelligence dans le travail de la meulière, d'adreſſe dans les ſoudures, & d'économie dans la conſommation, que dans d'autres Manufactures de ce genre que nous avons eu occaſion de voir dans nos voyages.

Des trois fers étrangers que nous avons convertis en acier, celui de Suède a donné l'acier le plus fin, mais le plus vif au feu ; celui d'Eſpagne, le plus facile à travailler, le plus beau, mais un peu mou, quoiqu'il ne ſoit point ferreux. Celui de Sibérie n'a produit qu'un acier inégal, de médiocre qualité, très-vif, & difficile à forger & à ſouder. Cette dernière ſorte, dont il peut y avoir des variétés plus propres à être converties en acier que celle que nous avons éprouvée, ne peut donner que des aciers très-communs, d'un difficile emploi.

Celui d'Eſpagne feroit de la très-belle bijouterie, & demande une cémentation active.

A l'égard de celui de Suède, il reçoit avec tant de facilité l'effet de la cémentation, qu'il faut ſaiſir preſtement le point de ſaturation, afin de pouvoir le travailler facilement. Il fait d'excellens tranchans. Il y a en Suède des qualités ſupérieures, tels ceux de Dannemora, de Roſſelagie, & en général ceux appellés D'oregrund.

Nous voyons, par ces obſervations, que les fers de Suède qui ont acquis une grande réputation, ont une très-grande propriété pour faire de bon acier; ils ont auſſi le défaut d'en faire de très-vif. Les aciers que l'on fait avec les fers de Suède ordinaires qui circulent dans le commerce, ſont des aciers dont la pâte eſt bonne; mais l'étoffe en eſt ſale, cendreuſe & pleine de moines, de veines & de filandrures. J'en ai l'expérience, pour en avoir employé de pluſieurs Provinces de ce Royaume.

Jetons un coup d'œil ſur les divers aciers provenants des fers François. Dans cet examen, nous ferons abſtraction de deux défauts accidentels, que différentes eſpèces de ces aciers nous ont montrés, l'un d'être vif au feu, & l'autre d'être ferreux; défauts oppoſés, qui procèdent d'une même cauſe, c'eſt-à-dire, des degrés de cémentation qu'ils ont reçus en plus ou en moins.

Les aciers cémentés trop vifs ſont ſuperſaturés par l'effet d'une cémentation trop active ou trop continuée, ayant égard à la propriété des fers, qui procède ou de leur eſſence, ou de leur forme. Les fers mous, grenus & minces d'échantillon, ſaiſiſſent plus abondamment & plus promptement le principe aciéreux : les fers compactes, fibreux & forgés ſur de groſſes dimenſions, reçoivent plus lentement les effets de la cémentation; ils ſont ſujets à donner des aciers ferreux, ſur-tout lorſque la poudre de cémentation n'eſt pas aſſez active, que ſon effet a été interrompu & pas aſſez prolongé, ou qu'il a été détruit par une cauſe extérieure. Nous développerons ces cauſes, ces effets, & les moyens à employer pour traiter les fers ſuivant leurs divers caractères & leurs différentes modifications, dans notre Traité ſur l'acier, dans lequel nous ne négligerons rien pour faire connoître les cinq ſortes d'opérations que l'on emploie

pour faire l'acier, qui ſont la *liquation*, la *fuſion*, la *précipitation*, la *cémentation* & la *réduction*. Ces cinq procédés produiſent autant de ſortes d'aciers, qui ont des caractères différens, & qui ſe ſubdiviſent en des nuances très-étendues quant à leurs qualités.

Nous ne nous arrêterons donc, dans l'examen des aciers que nous avons faits avec les fers François, qu'aux défauts qui procèdent de la nature de la pâte & de la diſpoſition de l'étoffe; défauts qui les rendent difficiles à forger, à ſouder, hétérogènes, cendreux, pailleux, gerceux, filandreux; qui les font boutonner au recuit & à la trempe en paquet; les rendent mous ou aigres à la trempe aqueuſe ou huileuſe, dans laquelle ils ſe voilent plus ou moins; enfin, qui les empêchent de prendre un beau poli, d'une couleur uniforme, ſans taches, ondes, nuages ou piquures, défauts eſſentiels que les bornes de ce Mémoire ne nous permettent pas de développer.

Quoique le fer du Languedoc ait paru devoir être placé au premier rang des fers de France par ſa haute qualité, cependant il n'a pas produit un acier auſſi parfait que celui d'Alſace, qui n'eſt qu'au ſixième rang des fers, & qui occupe la première place des aciers; & par le contraire, celui de Champagne, qui n'a que le neuvième rang parmi les fers, occupe la deuxième place parmi les aciers.

La cauſe de ce phénomène paroît difficile à mettre en évidence; car ſi on poſoit pour principe que les fers les plus nerveux, les plus forts, qui ont une liaiſon plus intime, ou ceux dont les parties élémentaires ſont combinées en ſi juſte proportion, qu'ils ſouffrent une moindre décompoſition au feu, doivent être les plus propres à être cémentés en bon acier: on verroit bientôt écrouler ce ſyſtême, en jettant les yeux ſur nos tableaux, qui démontrent d'une part que le fer du Languedoc, qui a 200 degrés de force,

a produit un acier inférieur à celui de Champagne, qui n'en a que 145 ; & d'autre part ce même fer de Champagne a éprouvé au corroiement un déchet de $7\frac{1}{12}$ par $\frac{0}{0}$, tandis que celui du Languedoc n'a perdu que $6\frac{1}{10}$ par $\frac{0}{0}$. Il faut donc recourir à des preuves plus démonſtratives ; & en attendant que des expériences lumineuſes nous les aient fait connoître, nous expoſerons ſimplement nos préſomptions à ce ſujet.

Nous avons déja traité de l'unité du fer dans le volume de nos Mémoires (1), & nous avons fait connoître que la variété & la diſparité que l'on apperçoit dans les différens fers procèdent ou des matières étrangères qui lui ſont unies ou interpoſées, ou d'une combinaiſon inégale de ſes élémens. Or, en partant de ces principes, il paroît vraiſemblable que des fers dont la pâte eſt ferme & ſolide, l'étoffe bien liée, aient par ſurabondance une portion quelconque du principe conſtitutif de l'acier, qui le diſpoſe déja à prendre la nature d'acier. Le fer, dans cette poſition, eſt un être mitoyen entre le fer & l'acier, deſquels il s'éloigne en raiſon du plus ou moins de ce principe ſurabondant. Le fer que l'on nomme communément dur dans les Provinces du Languedoc, Comté de Foix, Dauphiné, Limouſin, eſt de ce genre.

L'on pourroit oppoſer à ce raiſonnement que la pratique dans la cémentation a démontré que les fers qui avoient un grain aciéreux, produiſoient pour l'ordinaire des aciers intraitables & de qualité très-inférieure. Il faut convenir de ce fait, mais il faut diſtinguer deux cauſes de cet accident.

Les fers peuvent avoir une qualité aciéreuſe qui ſe manifeſte de deux manières ; ou la totalité de la pâte

(1) Mémoires de Phyſique ſur l'Art du Fer, chez Delalain l'aîné, rue Saint-Jacques, à Paris, 1775.

l'eſt, ou l'acier eſt cantonné. Si c'eſt toute la pâte qui le ſoit, & qu'on expoſe le fer dans une cémentation avec d'autres fers doux; nerveux ou à grain gris, ce fer ſaiſiſſant plus avidement l'effet de la cémentation, & y reſtant auſſi long-temps expoſé que le fer doux, il y aura néceſſairement ſuperſaturation dans toute la maſſe, d'où il réſulte un acier brûlant au feu, comme un corps réſineux, & ne pouvant ſe ſouder. Si les parties aciéreuſes ne ſont que cantonnées & interpoſées dans une étoffe nerveuſe, le même effet arrivera; mais la modification du fer étant inégale, les parties qui étoient déja acier avant la cémentation, le ſeront après, tandis qu'il pourroit arriver que les parties charnues ne fuſſent pas encore converties en acier.

Ce n'eſt pas aſſez, pour faire de bon acier, que l'on puiſſe ſe procurer du fer dont la pâte ait le plus de propriété à faire des aciers fins, durs & faciles à travailler, enfin, d'une pâte bien homogène, il faut auſſi que l'étoffe des fers que l'on veut cémenter ſoit pleine, continue, exempte de tous les défauts qui forment une ſolution de continuité, parce que la plus grande partie des ouvrages auxquels l'acier eſt deſtiné, exige ces perfections, tant pour la force des pièces, que pour la bonté des tranchans & la beauté du poli.

Les bulles qui ſe forment à la ſurface des barres de fer, lorſqu'elles ont ſubi l'effet de la cémentation, ne ſont point, comme on l'a cru juſqu'alors, l'effet d'un bouillonnement de la ſubſtance du fer, occaſionné par l'*effet des ſels, des ſoufres, de la grande chaleur, & de l'action de la cémentation.* Ces bulles ne ſont autre choſe que l'effet de l'air groſſier, & ſouvent de l'eau, interpoſés dans l'étoffe du fer, qui étant raréfiés par le feu, cherchent à s'échapper, ſoulèvent les cloiſons des cellules qui les renferment.

Le fer contient d'autant plus d'air, d'eau, quelquefois de corps étrangers iſolés, que ſon étoffe eſt

plus désunie par des pailles, des travers, des gerçures & des fentes. Plus ces corps sont intérieurs, plus les bulles sont fortes & élevées; lorsque l'effort est violent, la bulle se crève : on y apperçoit à la loupe une légère fente; alors elle cesse de s'élever : c'est ce qui forme les bulles plates & larges; les petites sont rarement ouvertes. Lorsque les bulles ont pris de l'évent, leurs surfaces intérieures se décomposent, & forment des moines dans la pâte de l'acier qui en procède. Lorsqu'elles n'en ont point pris, elles se soudent dans le corroiement, sur-tout si leurs couvertures sont assez épaisses pour souffrir une chaude suante.

Les fers les mieux étoffés, dont la pâte est pleine & homogène, sont moins sujets aux bulles que les autres.

Ceux qui n'ont que l'apparence d'une belle fabrication, c'est-à-dire qui sont bien unis, bien sués au dehors, mais dont l'affinage primitif n'a pas assez lié la pâte, sont sujets à une très-grande quantité de bulles; & par le contraire, les fers dont l'étoffe est désunie par des défauts, qui des surfaces pénètrent au dedans, ces fers sont moins sujets aux ampoules, parce que l'air intérieur se dégage par les fentes, les pailles & les travers.

Les fers cémentés ne sont pas seuls sujets aux ampoules; les tôles & les fers noirs préparés pour l'étamage sont souvent défectueux par les mêmes causes. La couleur bleue du fer cémenté, au sortir du creuset, est une légère décomposition des surfaces du fer. Plus le bleu est intense, plus on a lieu de soupçonner à l'acier de vivacité. Ce défaut s'annonce aussi par la grande fragilité, par un son aigu : le son grave annonce des parties ferreuses. Le bon acier se connoît par un son soutenu, ondulent & timbré.

Nous développerons ces points de Physique nécessaires à connoître, ainsi que le rapport immédiat des

parties conſtitutives de l'acier avec celles des corps ſcintillans, particulièrement avec la ſubſtance vitreuſe naturelle & artificielle.

Ces obſervations préviennent ſur les précautions que l'on doit prendre pour choiſir les fers que l'on veut faire paſſer à l'état d'acier. Dans l'Ouvrage complet que nous nous propoſons de publier ſur l'acier, nous nous étendrons ſur les moyens de procurer ces qualités au fer.

Il réſulte donc des expériences que nous avons faites par ordre du Gouvernement :

Qu'il eſt très-poſſible de faire de très-bons aciers fins par cémentation avec les fers des différentes Provinces du Royaume; qu'il ſuffit de choiſir parmi ceux qui ont le plus de propriété à devenir acier, les fers les mieux fabriqués, & de les traiter ſuivant leur caractère particulier.

Il ſeroit à deſirer qu'il s'élevât pluſieurs Manufactures en ce genre dans le Royaume, particulièrement dans le Languedoc, l'Alſace, la Franche-Comté, le Limouſin & la Champagne, afin de fournir aux arts les aciers dont ils font une très-groſſe conſommation, laquelle forme une branche immenſe de commerce d'importation qui enrichit nos voiſins.

Extrait du Rapport de MM. les Commiſſaires de l'Académie Royale des Sciences, du 14 août 1782.

Nous avons été chargés par l'Académie, MM. Macquer, Tillet & Cadet, de lui rendre compte d'un Mémoire de M. Grignon, Chevalier de l'Ordre du Roi, & Correſpondant de l'Académie, contenant les détails, l'analyſe & les réſultats des expériences dont il a été chargé par le Gouvernement, afin de connoître ſi les fers du Royaume étoient propres à être convertis en aciers par la cémentation, & quelles

étoient les Provinces qui produiſoient les fers les plus propres à ſubir cette converſion. L'Auteur nous a paru avoir parfaitement traité ces différens objets importans. Il réſulte de notre rapport que ce Mémoire contient une ſuite d'expériences en grand, & des obſervations qui concourent à étendre nos connoiſſances, non-ſeulement ſur l'art de faire l'acier, mais même ſur les effets de la cémentation du fer, & à exciter l'émulation pour élever des Manufactures d'acier, qui procureroient de grands avantages à l'Etat. Ce travail fait infiniment d'honneur à M. Grignon, & prouve combien il eſt digne de la confiance que lui a accordée le Gouvernement pour les opérations dont il l'a chargé. Ce Mémoire mérite à l'Auteur des éloges, & nous le croyons digne d'être imprimé dans les Recueils des Mémoires des Savans étrangers.

Fait à Paris le 14 août 1782. *Signés*, MACQUER, TILLET, CADET.

Je certifie le préſent extrait conforme à l'original & au jugement de l'Académie. A Paris, ce 14 août 1782.

Signé le Marquis DE CONDORCET.

Extrait des Regiſtres de l'Académie des Sciences, du 19 février 1783.

Les Commiſſaires nommés par l'Académie pour examiner un Ouvrage de M. Grignon, intitulé Analyſe du fer, traduit de M. Bergman, avec des remarques, en ayant fait leur rapport à l'Académie, elle a jugé cet ouvrage digne de ſon approbation & d'être imprimé ſous ſon Privilège.

En foi de quoi j'ai ſigné le préſent certificat. A Paris ce 22 février 1783.

Signé le Marqnis DE CONDORCET.

TABLE
DES MATIÈRES.

ANALYSE *du fer*, page 1
SECTION Ire. *Des variétés du fer.* Ibid.
SECTION II. *De la recherche des cauſes de la variété du fer.* 9
SECTION III. *De la recherche de la quantité de phlogiſtique réducteur, par la voie humide.* 15
SECTION IV. *Corollaires déduits des expériences précédentes.* 28
SECTION V. *De la recherche de la quantité du phlogiſtique réducteur par la voïe ſèche.* 33
SECTION VI. *Corollaires déduits des expériences précédentes par la voie ſèche.* 53
SECTION VII. *De la quantité de la matière de la chaleur contenue dans le fer.* 61
SECTION VIII. *Des matières hétérogènes inhérentes au fer.* 79
SECTION IX. *Des principes immédiats du fer.* 90
SECTION X. *De la chaux du fer.* 109
SECTION XI. *Du magnétiſme.* 118
APPENDICE contenant le réſumé de toutes les expériences de M. Bergman, concentrées dans huit tableaux préſentants les réſultats ſuivant les rapports du pied & de la livre de Paris, avec les obſervations particulières du Traducteur. 125
Rapports du pied & de la livre de Stockholm, avec le pied & la livre de Paris, note S. 17

MÉMOIRES PARTICULIERS DE M. GRIGNON.

PREMIER MÉMOIRE ſur les moyens de perfectionner le travail des ancres de marine. 187

Extrait des regiſtres de l'Académie royale des ſciences ſur le premier Mémoire. 195

SECOND MÉMOIRE qui préſente pluſieurs moyens de perfectionner les opérations de la métallurgie. 198

Extrait des regiſtres de l'Académie royale des ſciences ſur le ſecond mémoire. 217

TROISIEME MÉMOIRE ſur l'action réciproque que le feu & l'eau ont l'une ſur l'autre. 220

QUATRIEME MÉMOIRE contenant les détails, analyſes & réſultats des expériences faites en 1780, par ordre du Gouvernement, afin de connoître ſi les fers françois ont la propriété d'être convertis en acier par la voie de la cémentation. 233

Extrait des regiſtres de l'Académie royale des ſciences ſur le quatrième Mémoire. 283

Fin de la Table.

FAUTES A CORRIGER.

Page 5, *ligne* 5 gro es : *liſez* groſſes.
Page 17, *note* points ou parties : *liſez* parties.
Page 21, *ligne* 9 F : *liſez* fer.
Page 21, *ligne* 22 Norberke : *liſez* Norberk.
Page 23, *note* X il eſt : *liſez* il y a.
Page 24, *ligne* 22 refondu : *liſez* refondue.
Page 36, *ligne dernière* caver : *liſez* laver.
Page 78, *ligne* 12 chaleur : *liſez* fuſion.
Page 82, *note* $\frac{30}{110}$: *liſez* $\frac{30}{100}$.
Page 85, *ligne* 11 ni aſſurer : *liſez* l'on ne peut aſſurer.
Page 87, *ligne* 12 en eſt : *liſez* eſt.
Page 109, *note* appendix : *liſez* appendice.
Page 119, *ligne* 5 M. Bergman : *liſez* M. Rinman.
Page 126, *ligne* 25 hydrauſtique : *liſez* hydrauſtatique.
Page 159, *ligne* 33 précipita : *liſez* précipite.
Page 181, *ligne* 26 uniformes : *liſez* uniforme.
Page 217, *ligne* 17 caſtine : *liſez* ruſtine.
Page 220, *ligne* 16 & ne : *liſez* ne.
Page 241, *ligne* 20 ceux : *liſez* celui.
Page 245, *ligne* 8 $31\frac{1}{2}$: *liſez* $31\frac{1}{3}$.

TABLE
DES MATIÈRES.

A.

Acide. page 21
= *marin.* 53
= *marin, ſon action ſur l'argent.* 205
= *marin, ſon action ſur l'argent en maſſe.* 264
= *marin; moyen de reconnoître ſa préſence dans toute liqueur, & de l'en ſéparer.* 207
= *nitreux.* 56
= *nitreux, ſon action ſur l'argent.* 197
— *nitreux, ſignes auxquels on reconnoît qu'il eſt ſaturé d'argent.* 158
= *vitriolique.* 59
= *vitriolique, ſon action ſur l'argent.* 203
= *vitriolique, moyen de reconnoître ſa préſence dans toute liqueur, & de l'en ſéparer.* 204
Affinage de l'argent allié de fer. 257
= *par le feu.* 218
= *par le nitre.* ibid
= *par le plomb.* 174
= *en grand.* 258
= *en petit.* 174

Affinage de l'or par le feu. 167
= *par le nitre.* 166
= *par le plomb.* 179
Affinité. 23
Alkali. ibid
= *fixe.* 26
= *marin ou minéral.* ibid
= *végétal.* 25
= *volatil.* 27
Alliage de l'argent avec l'étain. 162, 215
= *avec le cuivre.* 214
= *avec le fer.* 218
= *avec l'or.* 213
= *avec la platine.* 187
= *avec le plomb.* 162, 215
Alliages de l'argent uſités dans l'Orfévrerie. 213
Alliage de l'or avec l'argent. 160
= *avec le cuivre.* ibid
= *avec l'étain.* 117
= *avec le fer.* 161
= *avec la platine.* 266
= *avec le plomb.* 118
Alliages de l'or uſités dans l'Orfévrerie. 160
Alun. 63
= *de glace ou de roche.* ibid
= *de Rome.* ibid

Amalgame. 31, 146
= *de l'argent.* 265
= *de l'or.* 183
Antimoine. 139
Apyre. 47
Argent. 194
= *contenu dans le plomb.* 138
= *combiné avec le ſoufre.* 152
= *diſſous par le foie de ſoufre.* ibid
= *revivifié de la lune cornée.* 150
= *des moyens de le diſſoudre, & de le ſéparer enſuite de ſes diſſolvans.* 197, 200
= *des moyens de l'obtenir pur.* 259
= *des moyens de le ſéparer des ſubſtances métalliques avec leſquelles il peut être allié.* 208
= *des moyens de le nettoyer.* 198
Avantage du biſmuth ſur le plomb, pour l'eſſai. 138

B.

Ballon. 115
Baſe. 32
Biſmuth, ſes avantages ſur le plomb dans la coupellation. 138
Blanchiment de l'argent. 198
Borax. 61
Borax. Ce ſel pâlit l'or. 112

Brillant métallique. 32

C.

Caractères diſtinctifs des acides & des alkalis. 29
= *particuliers des acides.* 30
= *particuliers des alkalis.* 31
Cément. 32
Cément royal. 32, 235
Cendre gravelée. 65
Chaux métalliques. 33
Choix de l'acide marin. 56
= *de l'acide nitreux.* 58
= *de l'acide vitriolique.* 61
= *de l'alun.* 63
= *du borax.* 65
= *de la cendre gravelée.* 66
= *de l'eau-forte.* 73
= *du nitre.* 79, 223
= *de la potaſſe.* ibid
= *du ſel ammoniac.* 81
= *du ſel de tartre.* ibid
= *du ſoufre.* 84
Combinaiſon. 46
Compoſition de l'eau régale. 113
Concentration. 34
Condenſation. ibid
Coupellation. 174

Coupellation de l'argent. 174
= *de l'or.* 179
Coupelles. 86, 109, 113
Crême de tartre. 66
Creuſets. 86, 109
= *de Heſſe.* 81
= *de Paris.* ibid
= *d'Ypſe,* ibid
Criſtalliſation. 34
Criſtaux de lune. 199
Cuivre. 126
Cuivre daas le plomb. 138
Cuivre précipite l'argent. 200

D.

Décanter. 35
Découverte de l'argent. 2, 6
= *du cuivre.* ibid
= *du fer.* ibid
= *de l'or.* ibid
Décompoſition de la lune cornée. 210
Décrépitation. 35
Degrés de pureté de l'argent de coupelle. 258
Demi-métaux. 125
Denier. 117
Départ. 223
= *concentré.* 235

Départ par l'eau-forte. 224
= *pour eſſai.* 226
= *de l'étain.* 262
= *inverſe.* 233
= *ſec.* 167, 240
Déphlegmation. 36
Détonation. ibid
Différences de l'alun & du borax. 62
Diſſolvant. 37
Diſſolution. ibid
= *d'argent.* 197
= *d'or.* 155
Docimaſie. 39
Dorure. 272
= *en chiffons.* ibid
= *en or moulu.* 273
Ductilité. 40
= *de l'argent.* 194
= *de l'or.* 150
Dureté de l'argent. 194
= *de l'or.* 150

E.

Eau-forte. 67
Eau-forte précipitée. 208
= *régale.* 74, 155
= *ſeconde.* 40

Ecrouiſſement. 42
= *de l'argent.* 195
= *de l'or.* 151
Effervescence. 47
Eſſai de l'argent. 243
= *de l'or.* 256
= *poids (d').* 116
Eſprit de nitre. 41
= *de ſel.* 42
= *de vitriol.* ibid
Etain. 126
= *allié à l'argent.* 184, 259
= *allié à l'or.* 179

F.

Fer. 126
= *allié à l'argent.* 257
Fixité. 43
Fleurs de ſoufre. 62, 75
Flux. 43
Fondant. ibid
Fonte. 44
Forge. 95
Fourneaux. 86
= *d'eſſai.* 90
= *des fondeurs.* 108
= *de fuſion.* 90

Fusibilité. 44
= *de l'argent.* 19
= *de la lune cornée.* 20
= *de l'or.* 15
Fusion. 4

H.

Hétérogène.
Histoire naturelle abrégée de toutes les mat... qui sont employées dans les opérations chimi... de l'Orfévrerie. 5
Homogène.
Huile de vitriol. 42, 60, 7

I.

Inaltérabilité de l'argent à l'air. 105
= *de l'or.* 151
Indestructibilité de l'argent. 106
= *de l'or.* 154
Inquart. 232
Insolubilité de la lune cornée. 205
Introduction. 1

K.

Karat. 118

L.

Lavure. 285

Lingotière. 144
Lune cornée. 205
Lut. 114
Luter. ibid

M.

Malléabilité. 32
= *de l'argent.* 194
= *de l'or.* 150
Matras. 115
Menſtrue. 45
Mercure. 132
= *falſifié.* 135
Métaux imparfaits. 91, 124
= *parfaits.* ibid
Mines. 36, 45
= *d'argent.* 268
= *d'or.* 191
Mouffle. 116

N.

Nettoyer l'argent. (*moyen de*) 283
= *l'or.* 152
Nitre. 75
= *brut.* 78
= *de ſeconde cuite.* ibid

Nitre de troiſième cuite. ibid

O.

Or. 150
= *alliages uſités dans l'Orfévrerie.* 160
= *allié avec l'argent.* ibid
= *avec le cuivre.* ibid
= *avec l'étain.* 162
= *avec le fer.* 161
= *avec la platine.* 266
= *avec le plomb.* 162
= *contenu dans l'argent.* 198
= *fulminant.* 156
= *en poudre ou en chiffons.* 186, 272
= *en cornets.* 163
= *de départ.* ibid
= *diſſous par le foie de ſoufre.* 164
= *eſſai, (de l')* 157
= *des moyens de l'obtenir pur.* ibid
= *des moyens de le précipiter.* 156
= *des moyens de le nettoyer.* 152
= *des moyens de le reconnoître dans toute diſſolution.* 157
= *des moyens de reconnoître la platine qui lui eſt alliée.* 189
= *des moyens de le mettre en couleur.* 281
= *des moyens de le diſſoudre & de le ſéparer de ſon diſſolvant.* 155

= *moyens de le ſéparer des ſubſtances métalliques.* 165
= *en poudre ou en chiffons.* 186
Origine de l'Alchimie. 12
= *des Arts.* 2
= *de la Chimie.* 11
= *du Commerce.* 4
= *de la Docimaſie.* 7
= *de la dorure.* 9
= *de la métallurgie.* 2
= *de la Minéralogie.* 6
= *des monnoies.* 5
= *du nitre.* 77
= *de l'Orfévretie.* 8

P.

Parties conſtituantes. 45
= *intégrantes.* ibid
Peſanteur. 36, 47
= *ſpécifique de l'argent.* 194
= *de l'or.* 150
= *de la platine.* 141
Phlogiſtique. 52
Platine. 141
= *ſon alliage avec l'argent.* 266
= *avec l'or.* ibid
Plomb. 136

Poids d'eſſai. 116
= *de ſemelle.* 119
Poncé, procédé pour en retirer l'argent. 294
Potaſſe. 76
Propriétés générales des ſubſtances métalliques. 119
= *particulières à quelques ſubſtances métalliques.* 126
Purification de l'or par l'antimoine. 168

R.

Rare, raréfié. 46
Récapitulation. 296
Recuit. 42
Réfractaire. 47
Regiſtres. 108
Règles de l'amalgame. 146
= *de l'alliage des métaux.* 143
= *de la diſſolution.* 37
Régule. 52
Régule d'antimoine. 139

S.

Salpêtre. 80
Scories. 53
Sel ammoniac. 80
= *de tartre.* 81
Soudure. 145
= *de l'argent.* 145

DES MATIÈRES. 317
Soudure de l'or. ibid
Soufre. 82
Subſtances métalliques. 119

T.

Tartre. 84
Ténacité de l'argent. 194
= *de l'or.* 150
Termes. (*explication des*) 21
Théorie générale des fourneaux. 86
Travail des mines d'argent. 270
= *des mines d'or.* 192

V.

Vitriol. 85
Volatilité de l'argent. 196
= *de la lune cornée.* 205
= *de l'or.* 154

Fin de la table des matières.

APPROBATION.

J'AI lu, par ordre de Monſeigneur le Garde des Sceaux, un Manuſcrit intitulé les *Elémens de Chimie docimaſtique*, & je n'y ai rien trouvé qui puiſſe en empêcher l'impreſſion. A Paris, ce 26 Mai 1786. SAGE.

PERMISSION DU ROI.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & féaux Conſeillers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conſeil, Prévôt de Paris, Baillis, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra, Salut. Notre amé le ſieur BUISSON, Libraire à Paris, nous a fait expoſer qu'il deſireroit faire imprimer & donner au Public *les Elémens de Chimie docimaſtique*, s'il nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de permiſſion pour ce néceſſaires. A CES CAUSES, voulant favorablement traiter l'Expoſant, Nous lui avons permis & permettons par ces Préſentes, de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui ſemblera, & de le faire vendre & débiter par-tout notre Royaume pendant le temps de cinq années conſécutives, à compter du jour de la date des préſentes. Faiſons défenſes à tous Imprimeurs, Libraires, & autres perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangère dans aucun lieu de notre obéiſſance; à la charge que ces Préſentes ſeront enregiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion dudit Ouvrage ſera faite dans notre Royaume, & non ailleurs, en bon papier & beaux caracteres; que l'Impétrant ſe conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10 Avril 1725, & à l'Arrêt de notre

Conſeil du 30 Août 1777, à peine de déchéance de la préſente Permiſſion; qu'avant de l'expoſer en vente, le Manuſcrit qui aura ſervi de copie à l'impreſſion dudit Ouvrage, ſera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée, ès mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde des Sceaux de France, le Sieur HUE DE MIROMESNIL, Commandeur de nos Ordres; qu'il en ſera enſuite remis deux exemplaires dans notre Bibliothèque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier Chancelier de France le Sieur DE MAUPEOU, & un dans celle dudit Sieur HUE DE MIROMESNIL: le tout à peine de nullité des Préſentes, du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ledit Expoſant & ſes ayans cauſe pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons qu'à la copie des Préſentes, qui ſera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, foi ſoit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles tous actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires: CAR tel eſt notre plaiſir. Donné à Paris le quatorzieme jour du mois de Juin, l'an de grace mil ſept cent quatre-vingt-ſix, & de notre Regne le treizieme. Par le Roi en ſon Conſeil. *Signé* LEBEGUE.

Regiſtré ſur le Regiſtre XXII de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, n°. 715, fol. 571, conformément aux diſpoſitions énoncées dans la préſente Permiſſion, & à la charge de remettre à ladite Chambre les neuf exemplaires preſcrits par l'arrêt du 16 Avril 1785. A Paris le 16 Juin 1786.

VALLEYRE, Adjoint.

ÉLÉMENS

DE

CHIMIE DOCIMASTIQUE,

A L'USAGE DES ORFÉVRES,

ESSAYEURS, ET AFFINEURS;

Ou théorie chimique de toutes les Opérations uſitées dans l'Orfévrerie, l'art des Eſſais, & l'Affinage, pour conſtater le titre de l'Or & de l'Argent, & purifier ces deux Métaux de l'alliage des autres Subſtances Métalliques; avec un abrégé des principales propriétés qui caractériſent les Matières Métalliques en général; une explication des principaux termes de l'Art; & un précis ſur l'Hiſtoire Naturelle de toutes les Subſtances qui ſont employées dans ces diverſes Opérations.

Par M. DE RIBAUCOURT, Maître en Pharmacie.

A PARIS,

Chez BUISSON, Libraire, rue des Poitevins, Hôtel de Meſgrigny, N°. 13.

M. DCC. LXXXVI.

AVEC APPROBATION ET PERMIS

A MONSEIGNEUR

DE CALONNE,

MINISTRE D'ÉTAT,

CONTROLEUR GÉNÉRAL DES FINANCES.

MONSEIGNEUR,

Enhardi par la protection éclatante que vous accordez aux Arts & aux Sciences, j'oſe vous dédier ce Traité élémentaire de Chimie Docimaſtique, dans lequel j'ai taché que les Orfévres, à qui je le deſtine, trouvaſſent la ſim-

plicité de la théorie, unie à l'exactitude des procédés.

Préſenter au Public un Ouvrage orné de votre Nom, c'eſt, MONSEIGNEUR, anticiper ſur ſon ſuccès : tous les Lecteurs croiront qu'un Livre qui a pu obtenir une recommandation auſſi importante, doit être revêtu du ſceau de l'utilité ; de même que les Provinces qui vous regrettent, n'ont vu, dans les actes de votre Adminiſtration, que des ſervices rendus à l'Etat.

Je ſuis avec reſpect,

MONSEIGNEUR,

Votre très-humble
& très-obéiſſant
Serviteur,

P. DE RIBAUCOURT.

PRÉFACE.

LE Traité élémentaire de Chimie Docimaſtique que j'offre au Public, n'a pour objet, ainſi que l'annonce ſon titre, que l'inſtruction particulière des Artiſtes qui travaillent les matières d'or & d'argent, & ſpécialement des Orfévres; ce n'eſt, à proprement parler, qu'un manuel deſtiné à leur préſenter, dans le meilleur ordre poſſible, tout ce qui peut les guider dans la pratique des divers procédés qu'ils emploient, ſoit pour s'aſſurer du titre de ces métaux, ſoit pour les amener au degré de pureté requis par les ordonnances, ſoit enfin pour les ſéparer les uns des autres.

Si un traité de cette nature exige tous les détails qui peuvent contribuer à établir une théorie auſſi claire que ſûre; ſi j'ai dû ne rien négliger de tout ce qui étoit propre à guider

l'artiſte dans ſes opérations, en lui faiſant connoître tous les phénomènes chimiques qui s'y paſſent; j'ai dû auſſi, ſans doute, écarter tout ce qui pouvoit avoir l'air de diſcuſſion, & ne me ſervir que des termes les plus uſités, les plus généralement reçus.

Ainſi, ſi je parle encore, dans cet Ouvrage, le langage de l'ancienne Chimie; ſi l'on y trouve les mots de phlogiſtique, d'affinité, &c. &c. je déclare que, ſans décider ni prendre aucun parti entre les Chimiſtes anciens & modernes, je n'ai cherché qu'à me faire entendre, & que j'ai cru que le moyen le plus ſûr pour y parvenir, étoit de me ſervir des expreſſions les plus communes.

Enfin, j'ai atteint mon but, ſi je ſuis parvenu à me faire entendre, ſi j'ai eu le bonheur de rendre ſenſible aux artiſtes, pour qui j'ai rédigé ce Manuel, tout ce que j'ai expoſé ſur

la théorie chimique des diverſes Opérations qu'il renferme ; ſi j'ai pu les mettre à portée de les exécuter avec connoiſſance ; & par ſuite, leur faire éviter les fautes que le défaut de théorie leur fait commettre à leur grand préjudice.

TABLE

DES CHAPITRES.

Epitre dédicatoire. page *iij*
Préface. *v*
Introduction. 1
CHAP. I^er. *Explication des termes.* 21
CHAP. II. *Hiſtoire naturelle abrégée de toutes les matières qui ſont employées dans les opérations chimiques de l'Orfévrerie.* 53
CHAP. III. *Des fourneaux, coupelles, & autres inſtrumens néceſſaires aux opérations chimiques de l'Orfévrerie.* 86
SECT. I^ere. *Théorie générale des fourneaux.* ibid.
SECT. II. *Des creuſets, coupelles, & autres inſtrumens ou vaiſſeaux.* 109
SECT. III. *Des poids d'eſſai.* 116
CHAP. IV. *Des ſubſtances métalliques.* 119
SECT. I^ere. *Propriétés générales des ſubſtances métalliques.* ibid.
SECT. II. *Propriétés particulières de quelques ſubſtances métalliques.* 126
SECT. III. *Des règles générales de l'alliage des ſubſtances métalliques.* 143

SECT. IV. *De la ſoudure.* 145
SECT. V. *De l'amalgame.* 146
CHAP. V. *De l'or.* 150
SECT. I^ere^. *Des moyens de diſſoudre l'or, & de le ſéparer enſuite de ſon diſſolvant.* 155
SECT. II. *Des divers alliages de l'or uſités dans l'Orfévrerie.* 160
SECT. III. *Des moyens de ſéparer l'or des ſubſtances métalliques avec leſquelles il peut être allié.* 165
SECT. IV. *De l'amalgame de l'or.* 183
SECT. V. *De l'alliage de l'or avec la platine, des moyens de le reconnoître, & de ceux qu'on doit employer pour les ſéparer.* 187
SECT. VI. *Des mines d'or.* 191
CHAP. VI. *De l'argent.* 194
SECT. I^ere^. *Des moyens de diſſoudre l'argent, & de le ſéparer enſuite de ſes diſſolvans.* 197
SECT. II. *Des divers alliages de l'argent, uſités dans l'Orfévrerie.* 213
SECT. III. *Des moyens de ſéparer l'argent d'avec les ſubſtances métalliques auxquelles il peut être allié.* 217
SECT. IV. *De l'amalgame de l'argent.* 265
SECT. V. *De l'alliage de l'argent avec la platine.* 266
SECT. VI. *Des mines d'argent.* 268

SECT. VII. *De la dorure.* 272
SECT. VIII. *Des moyens d'enlever l'or de deſſus les ouvrages dorés.* 277
SECT. IX. *Des moyens en uſage pour mettre l'or en couleur.* 281
SECT. X. *Des divers procédés en uſage pour nettoyer l'argent, & particulièrement du blanchiment.* 283
CHAP. VII. *De la lavure.* 285
Récapitulation générale de tout ce qui a été dit dans ce Traité élémentaire de Chimie Docimaſtique. 296

Fin de la table des chapitres.

INTRODUCTION.

CONDAMNÉ au travail, contraint à déchirer le ſein de la terre pour en tirer ſa ſubſiſtance, l'homme a dû s'occuper d'abord de la recherche des moyens propres à ſoulager ſes travaux. Le Laboureur, le premier artiſte du monde, n'eut d'autre ſecours qu'une branche d'arbre; un éclat de bois fut ſans doute le premier ſoc.

Bientôt il ſut donner au bois les diverſes formes propres à perfectionner l'Art utile auquel il s'appliquoit; il parvint à le façonner en pelle, en herſe, en ſoc, &c.

Les bois les plus durs, cédant à la force & à la continuité de ſes travaux, ſans doute il imagina de les durcir par le feu.

Les pierres aiguiſées furent ſes premiers outils tranchans.

Quelque perfection que l'homme ſoit parvenu à donner à ce genre d'inſtrumens, ils ne ſecondoient cependant que foiblement encore ſon induſtrie; & ce ne fut que par la découverte des métaux, du fer ſur-tout,

qu'il ſe vit en poſſeſſion de véritables outils propres à remplir toutes ſes vues. La découverte du fer eſt donc, ou doit être regardée comme la plus précieuſe que l'homme ait pu faire alors; c'eſt donc à elle que nous devons rapporter l'origine des Arts, dont ce métal eſt en quelque ſorte le père.

Origine des Arts.

Découverte du fer & du cuivre.

Les beſoins de la ſociété naiſſante étant très-bornés, le nombre des Arts, & par ſuite, celui des matières propres à les exercer, des métaux ſur-tout, ont dû l'être en proportion; auſſi voyons-nous que l'Écriture, en nous tranſmettant l'époque de la découverte du fer, n'aſſocie ce métal qu'au cuivre. Tubalcain, dit Moïſe, fut le premier homme qui trouva l'art de forger le fer & l'airain. Ce paſſage nous apprend tout à la fois, & que cette découverte eſt de la plus haute antiquité, & que ces deux métaux furent les premiers découverts.

Origine de la métallurgie.

Découverte de l'or & de l'argent.

Il ne m'eſt pas poſſible de fixer ainſi l'époque de la découverte de l'or & de l'argent, & celle de leur emploi : tout ce que Moïſe & les Hiſtoriens profanes nous ont conſervé à leur égard, eſt poſtérieur au déluge, bien poſtérieur par conſéquent à la découverte du fer & à celle du cuivre. Tout ce qu'on peut conjecturer, c'eſt que ſi les premiers

hommes ont connu ces métaux, ſans doute ils ne les ont conſidérés que comme des objets de pure curioſité. Le métal qui leur procuroit un ſoc, une bêche, une hache, devoit être d'un bien plus grand prix à leurs yeux, que ceux qui, trop mous pour être employés à ces uſages, n'avoient pour eux qu'un éclat, une couleur, peu faits pour s'attirer les regards de gens ſimples, ſans luxe, & qui ne connoiſſoient d'autres beſoins que ceux de la nature.

Et en effet, dans l'enfance de la ſociété, la culture de la terre ſuffiſoit aux beſoins de l'homme. Heureux temps, où l'amour du travail & la pareſſe diſtinguoient ſeuls les hommes; où l'homme laborieux pouvoit ſe ſuffire; où il n'étoit pas obligé de défendre, contre l'uſurpation de ſon voiſin, le champ qu'il avoit fécondé en l'arroſant de ſa ſueur; de tenir d'une main la charrue, & de l'autre un ſabre; où, content du ſimple néceſſaire, il ne connoiſſoit pas même le ſuperflu; où enfin, libre du joug tyrannique du luxe, de la mode, il dédaignoit ces mêmes métaux, qui, devenus des ſignes généraux de repréſentation, ſont devenus en même temps l'objet preſque unique de ſes déſirs! Heu-

reux au moins encore s'il ne les acquéroit jamais que par ſon travail !

Le nombre des hommes croiſſant ſans ceſſe, les familles ſe diviſèrent : on établit des propriétés. Alors chacun, jaloux de conſerver ce qui lui étoit échu en partage, ne ſe croyant plus d'ailleurs obligé de faire part à perſonne de la dépouille d'un champ qu'il venoit de cultiver ſeul & ſans aide ; on vit s'introduire l'uſage de ne recéder une denrée qu'on poſſédoit en trop grande quantité, que pour s'en procurer une autre dont on manquoit : on vit naître le commerce d'échange, le premier commerce.

Origine du commerce.

Bientôt les hommes ſe multiplièrent au point que la contrée qu'*ils* habitoient ne fut plus en état de ſuffire à leur nourriture ; ils furent contraints de ſe diſperſer & de ſe partager la terre. Ce fut alors que le commerce d'échange, devenant de plus en plus difficile, impraticable même dans certains cas, par la difficulté de tranſporter au loin des matières dont le volume embarraſſoit ſouvent autant que leur peſanteur, plus encore peut-être très-fréquemment par le défaut de marchandiſes convenables à ceux avec qui on ſouhaitoit faire échange ; *il* fallut chercher quelque objet qui pût convenir à

tous les hommes, repréſenter ſous un petit volume toutes ſortes de denrées & marchandiſes, & par-là rendre facile toute eſpèce d'acquiſition, quelles que puiſſent être & la nature de l'objet & la diſtance des lieux. Sans doute c'eſt à cette époque qu'il faut fixer l'introduction de l'or & de l'argent dans le commerce, comme ſignes de repréſentation générale; ſans doute c'eſt à cette époque que remonte l'origine, ou plutôt le germe des monnoies.

Origine des monnoies.

J'ai dit le germe des monnoies, car il ne faut pas croire que ce fut ſous cette forme qu'on employa d'abord l'or & l'argent dans le commerce : non, certainement. La première manière de s'en ſervir dans les échanges, fut ſans doute d'en donner un poids relatif à la valeur des marchandiſes qu'on achetoit, comme cela ſe pratique encore de nos jours dans pluſieurs grandes foires de l'Aſie. Il ſe paſſa bien du temps avant qu'on leur donnât une forme, un poids, & un titre conſtans; beaucoup plus encore avant qu'on les décorât de l'effigie du Souverain.

L'uſage de l'or & de l'argent ne fut pas plutôt introduit dans le commerce; on n'eut pas plutôt ſenti l'avantage de ces métaux, comme ſignes de repréſentation; on n'eut pas

plutôt reconnu la ſupériorité que leur donnent, en ce genre, leur indeſtructibilité, la facilité de les réduire en maſſes d'un poids conſtant, la propriété dont ils jouiſſent de conſerver les formes qu'on leur a fait prendre, qu'il fallut chercher à s'en procurer de quoi ſuffire aux beſoins de la ſociété. On fut donc contraint de s'appliquer à la recherche de leurs mines, aux moyens de les reconnoître & de les exploiter.

Origine de la Minéralogie.

L'or ne préſenta à cet égard d'autres difficultés que celles de l'exploitation. Toujours ſous ſon brillant métallique, & ſans être combiné avec aucune ſubſtance *minéraliſante*, il n'a été queſtion que de le ſéparer des ſables, pierres, & autres matières hétérogènes avec leſquelles il étoit mêlé; la ſimple inſpection a ſuffi pour le faire reconnoître.

Mais il n'en eſt pas de même de l'argent: ſi la nature nous le préſente quelquefois avec ſon éclat, ſa couleur, & toutes ſes propriétés métalliques; la quantité qu'elle nous en offre ainſi eſt bien éloignée de nous ſuffire. Que dis-je? elle eſt ſi petite, qu'elle ſuffit à peine pour ſatisfaire la curioſité & orner les cabinets des Naturaliſtes. La connoiſſance des mines d'argent ne put donc être que le fruit d'un grand nombre d'obſervations; ſans doute

le haſard eut beaucoup de part à leur découverte ; mais les Métallurgiſtes, déjà verſés dans l'art de traiter les mines de fer & de cuivre, ne durent pas être embarraſſés à exploiter celles d'argent.

Parmi les mines qu'on exploitoit, quelques-unes ne fourniſſant pas ſuffiſamment pour indemniſer des frais d'exploitation, tandis que d'autres étoient très-riches, on eut recours à diverſes expériences pour reconnoître la quantité qu'elles pouvoient donner de ce précieux métal. Ces expériences donnèrent naiſſance à un Art que nous connoiſſons ſous le nom de Docimaſie, ou l'art d'eſſayer, par des opérations, la nature & la quantité de métal que contiennent les mines, ainſi que celles des autres matières qui lui ſont alliées. Origine de la Docimaſie.

On ne put employer long-temps l'or & l'argent, ſans s'appercevoir que ces métaux n'étoient pas toujours dans un degré égal de pureté ; qu'ils étoient ſouvent alliés à d'autres ſubſtances métalliques ; l'Art docimaſtique s'appliqua alors à les purifier ; on y parvint par diverſes opérations, telles que la purification de l'argent par le nitre, celle de l'or par la cémentation, par le ſoufre, par l'antimoine, par la coupellation.

Enfin, on s'apperçut qu'après les avoir purifiés de l'alliage de toutes les autres ſubſtances métalliques, ils étoient encore le plus ſouvent alliés entre eux; on imagina de les ſéparer par l'opération du départ.

L'éclat de l'or & de l'argent, la beauté, l'inaltérabilité de leur poli ſe joignant à la rareté de ces métaux pour leur donner du prix, on les employa à la décoration des Temples, on en fabriqua des vaſes pour aider à la pompe des Sacrifices, des figures pour repréſenter les Dieux; les Rois en ornèrent leurs palais, en relevèrent la richeſſe de leurs habillemens. Ces métaux devinrent ou la matière ou l'ornement de leurs couronnes, de leurs ſceptres, de leurs trônes même; les riches en couvrirent leurs tables & leurs habits; les femmes s'en parèrent.

Origine de l'Orfévrerie.

L'art de travailler l'or & l'argent, de leur faire prendre toutes les formes propres aux divers uſages auxquels on les deſtine, l'Orfévrerie enfin, eſt un de ceux dont l'origine ſe perd dans la nuit des temps. Le veau d'or que les Iſraélites fabriquèrent dans le déſert, la grande quantité de plaques, de vaſes d'or & d'argent, dont Salomon décora ſon Temple, prouvent que cet Art a été exercé dans l'antiquité la plus reculée.

Le haut prix de l'or & de l'argent n'en permettant la jouiſſance qu'aux Souverains & aux gens exceſſivement riches, les particuliers dont la fortune étoit bornée, n'en envioient pas moins l'uſage; l'induſtrie humaine trouva, dans les Arts du Tireur & du Batteur d'or & d'argent, dans ceux du Doreur & de l'Argenteur, les moyens de ſatisfaire en partie à leurs déſirs, en leur donnant l'apparence de ces métaux. L'argent fut recouvert d'une légère couche d'or; le cuivre & tous les métaux, le bois, le marbre, reçurent une légère couverte d'or ou d'argent, capable d'en impoſer aux yeux les plus exercés.

Origine de la Dorure.

Enfin, dès qu'on eut reconnu que l'or & l'argent réſiſtoient à toutes les cauſes qui détruiſent toutes les autres ſubſtances métalliques, la majeure partie même des corps de la nature, telles que l'action combinée de l'air & de l'eau, & celle du feu; que les diſſolvans qui les attaquent ne ſe trouvent jamais dans la nature, ſont toujours le produit de l'art; qu'ils ne ſe chargent pas même de la moindre rouille, bien entendu lorſqu'ils ſont purs : on imagina de s'en ſervir pour tranſmettre à la poſtérité les effigies des grands Hommes, les événemens les plus glorieux, ceux qui méritent de faire époque dans

l'Hiſtoire des Nations; on en frappa des médailles.

Si le commun des hommes, frappé de l'éclat extérieur de l'or & de l'argent, s'occupa tout entier des moyens de les acquérir, les Philoſophes, de leur côté, ne purent être indifférens ſur la nature de deux métaux qui poſſédoient des propriétés internes ſi ſupérieures à celles de tous les autres corps de la nature. Il ne leur ſuffiſoit pas de connoître les procédés qu'on employoit pour les fondre, pour les travailler; ils voulurent encore fouiller, pour ainſi dire, juſques dans l'intérieur de leur compoſition; ils recherchèrent les cauſes qui les mettoient ſi fort au-deſſus de toutes les matières connues; & comme les autres ſubſtances métalliques ſont ceux de tous les compoſés naturels qui ont avec ces métaux le plus de propriétés communes, ce furent auſſi ceux qui leur ſervirent à faire des expériences comparatives. Ainſi, les traitant comme les métaux communs, ils parvinrent à les diſſoudre, à les précipiter de leurs diſſolvans par divers moyens, à les allier, à les amalgamer : mais quelle fut leur ſurpriſe, lorſqu'ils découvrirent que, loin de ſe calciner, de ſe décompoſer comme les métaux imparfaits, ils réſiſtoient à l'action du

feu le plus violent & le plus long-temps continué, ſans y éprouver la moindre altération?

C'eſt ſans doute à ces recherches que la Chimie doit ſon origine, comme c'eſt à cette ſcience qu'eſt due celle de la Docimaſie, & de toutes les autres parties de l'Art métallurgique. Origine de la Chimie.

Parmi les Chimiſtes, les plus ſages ſe contentèrent d'obſerver les propriétés de l'or & de l'argent; ils bornèrent leurs recherches à la découverte des procédés propres à obtenir ces métaux dans leur plus grand degré de pureté, ou à en étendre l'uſage dans les Arts: ne les conſidérant que comme ſubſtances métalliques, faiſant plus de cas de leurs propriétés chimiques que de leur prix, s'ils cherchèrent à les connoître à fond, s'ils eſſayèrent à les décompoſer & à les recompoſer; ce ne fut, ainſi qu'ils l'avoient fait à l'égard des autres métaux, que dans la vue de reculer les bornes de la ſcience, d'acquérir de nouvelles connoiſſances ſur leur nature; l'eſpoir d'un gain immenſe n'entra pour rien dans les vues qui les encourageoient au travail: auſſi loin de faire des ſecrets de leurs découvertes, ils s'empreſſoient à les publier.

Origine de l'Alchimie. D'autres, emportés par le feu d'une imagination ardente, & ſéduits par l'eſpoir d'une fortune ſans bornes, crurent qu'ils pourroient à leur gré, ſoit faire de l'or & de l'argent, ſoit changer, tranſmuer toutes les ſubſtances métalliques en ces deux métaux. Ils ne s'en tinrent pas là; enthouſiaſmés des qualités de l'or, ils ſe perſuadèrent qu'une ſubſtance ſi parfaite devoit avoir des propriétés uniques; ils l'introduiſirent dans la Médecine: on vit paroître des élixirs, des teintures, des gouttes d'or, des or potable enfin preſque ſans nombre, auxquels on attribuoit de grandes vertus, & que l'expérience a démontré n'en avoir d'autres que celles des menſtrues par leſquels l'or étoit tenu en diſſolution.

Je ne parlerai point de la poudre de projection, de la Pierre Philoſophale, & de toutes les autres merveilles, objets éternels des recherches de cette ſecte, à qui la haute idée qu'elle avoit de ſa ſcience a fait prendre le nom d'Alchimiſtes ou Chimiſtes par excellence. Je ne déciderai pas ſi la production artificielle de l'or & de l'argent eſt ou n'eſt pas une chimère; ce n'eſt pas ici le lieu d'agiter cette queſtion: je me bornerai à dire qu'en ſuppoſant cette production poſſible, les difficultés inſurmontables qu'ont éprouvées

tous ceux qui ſe ſont ruinés à ſa recherche, ſont bien ſuffiſantes pour dégoûter les hommes prudens de ſe livrer à ce genre de travail.

Si les Alchimiſtes n'ont point retiré de leurs opérations le fruit qu'ils s'en étoient promis, nous ne pouvons méconnoître qu'ils n'ayent rendu à la Chimie les ſervices les plus importans; c'eſt à eux que nous devons la plupart des procédés de la Chimie docimaſtique: & de combien d'autres procédés importans ne nous auroient-ils pas enrichis, ſi, ſemblables aux vrais Chimiſtes, ils avoient publié leurs découvertes, au lieu de les cacher ſous l'emblême d'un langage intelligible!

Né d'un père Orfévre, très-verſé dans la pratique de ſon Art, j'ai vu exécuter, dès ma plus tendre enfance, les procédés de l'affinage, du départ, de la coupellation, & toutes les opérations de l'Orféverie. Malgré ſes connoiſſances & ſa grande habitude, je l'ai vu quelquefois obligé d'en recommencer quelques-unes, & notamment l'affinage & le départ, ſans pouvoir ſe rendre raiſon des cauſes qui les lui avoit fait manquer. Le départ ſur-tout étoit l'opération qui lui manquoit le plus ſouvent. Tantôt ſon or ſe diſſolvoit en tout ou en partie; d'autres fois, l'eau

forte ne mordoit point, la diſſolution de l'argent ne ſe faiſoit pas, ou preſque pas.

Mon père ſentoit bien que cela tenoit à la qualité de l'eau-forte, mais il ignoroit quelle étoit la cauſe de ces variations; il n'avoit même aucun moyen de s'aſſurer de la qualité de ce menſtrue : il étoit réduit à eſſayer l'emploi d'une autre eau-forte, priſe ailleurs que la première; & ſi elle lui réuſſiſſoit, il achevoit ſon départ : mais je l'ai vu tenter inutilement juſqu'à trois fois l'expérience. Tous ceux qui ſe ſont trouvés dans ce cas, en connoiſſent le déſagrément & la dépenſe. De tous les Orfévres que j'ai connus, aucun n'en ſavoit plus que lui à ce ſujet; je les ai tous vus parfaitement réuſſir quand ils avoient de bonne eau-forte, & manquer leur opération quand ils tomboient à en avoir de mauvaiſe, ſans pouvoir ſe rendre raiſon de ce phénomène, ſans avoir aucun moyen de connoître, ſoit par des ſignes extérieurs, ſoit par des expériences d'eſſai, la qualité de l'eau-forte qu'ils achetoient.

Il en eſt de même, comme je l'ai dit, de l'affinage ou purification de l'argent par le nitre; le déchet n'eſt jamais conſtant, il eſt rarement relatif à ſon alliage, & cela faute de bien connoître ce qui ſe paſſe dans cette

opération, de bien choiſir ſes matières, & de gouverner le feu comme il faut.

L'étain a la propriété d'enlever à l'or & à l'argent leur malléabilité ; la moindre quantité de ce métal, ſa vapeur ſeule, ſuffiſent pour produire cet effet, pour les rendre aigres & caſſans ; & cependant il n'eſt pas rare que les Orfévres aient de l'or ou de l'argent ainſi alliés d'étain, ne fût-ce qu'à raiſon des bijoux qu'on ſoude dans certains cas avec ce métal, & qu'on fond enſuite pêle-mêle avec d'autres maſſes d'or ou d'argent.

Les moyens que les Orfévres employent pour adoucir l'or & l'argent dans ces cas, en détruiſant l'étain, conſiſtent à les fondre pluſieurs fois, en y projetant du nitre ou du borax ; quelquefois même, lorſqu'après pluſieurs tentatives le nitre ne leur a pas réuſſi, ils y projettent du ſublimé corroſif : mais ces deux moyens, dont le ſecond eſt très-dangereux, comme je le démontrerai par un exemple dont j'ai été témoin, ſont encore ſouvent inſuffiſans.

Je n'avois jamais vu faire ces différentes opérations ſans intérêt, & dès que je commençai à raiſonner, je déſirai en connoître la théorie : j'interrogeois ſouvent mon père ; mais parfaitement au fait de la pratique,

comme je l'ai dit, il ne pouvoit me rendre raiſon des cauſes des différens phénomènes qu'elles préſentent. Dès que je commençai à entendre la lecture des Chimiſtes, ce voile commença auſſi à ſe déchirer; les expériences que j'eus occaſion enſuite de faire dans le laboratoire de M. Baumé, les leçons de Rouëlle, achevèrent de m'inſtruire ſur cette matière, à l'étude de laquelle je me livrai avec d'autant plus d'ardeur, que je déſirois depuis long-temps la connoître.

De retour dans ma Patrie, je ſuivis les opérations de mon père, avec les connoiſſances que je venois d'acquérir; & depuis ce temps, je puis dire que mon père, qui ſentit les avantages de la théorie que je lui avois démontrée, & qui ne tarda pas à en être pleinement pénétré, ne manqua plus aucune de ſes opérations, & m'avoua que les lumières qu'il avoit acquiſes lui formoient une économie conſidérable.

Je ſentis dès ce moment de quelle importance ſeroit, pour les Orfévres, un Ouvrage qui traiteroit de tous les procédés chimiques qu'ils exécutent tous les jours, & j'en conçus le plan: mais outre que mes occupations ne me permettoient point de me livrer à ce travail, je deſirai répéter moi-même, ſeul,

à ma manière, & pluſieurs fois, toutes ces opérations; ce que j'ai fait dans les leçons publiques de Chimie que j'ai données pendant ſix ans dans mon laboratoire, ſous l'autorité du Gouvernement.

Telle eſt la ſomme des raiſons qui m'ont déterminé à donner ce Traité au Public; la majeure partie de ce qu'il renferme eſt connue de tous les Chimiſtes; auſſi, n'ayant preſque rien de neuf à dire, je me ſerois contenté de publier mes obſervations dans un ſimple Mémoire, ſi je n'avois qu'eux en vue : mais quel eſt l'Orfévre qui va puiſer quelques connoiſſances éparſes dans un Traité complet de Chimie ? N'eſt-il pas bien plus à propos de les lui préſenter raſſemblées exprès pour lui ? Je ſuis même très-porté à croire que ce ſeroit rendre un ſervice eſſentiel à tous les Arts qui dépendent de la Chimie, que de leur extraire ainſi tous les procédés qu'ils exécutent, accompagnés d'une théorie préciſe & lumineuſe.

Ce Traité n'eſt donc, à proprement parler, qu'un extrait des meilleurs Auteurs chimiques; je l'ai puiſé principalement dans le Dictionnaire de Macquer, dans les Œuvres de M. Bayen, de MM. Sage & Beaumé, de

MM. Tillet & d'Arcet; dans ceux enfin de Morveau.

Lorſque ce que j'extrayois d'un Auteur rempliſſoit mes vues, que je ne trouvois rien à y ajouter ni à en retrancher, après avoir conſulté les autres & d'après mon expérience, j'ai copié tout entier ſon paſſage: c'eſt un plagiat, à mon avis, que de défigurer le ſtyle d'un Auteur, quand on n'a rien de mieux à dire que lui.

Je diviſerai ce Traité en ſept chapitres.

Dans le premier, je donnerai l'explication de quelques termes dont l'intelligence eſt néceſſaire pour bien entendre la théorie chimique des opérations dont je me propoſe de rendre compte.

J'aurois déſiré pouvoir ſupprimer ce chapitre, c'eſt-à-dire, ne me ſervir que de termes communs: mais chaque ſcience a ſa langue; la Chimie ſur-tout a des mots que l'uſage a conſacrés, & dont on ne pourroit ſe paſſer, qu'en y ſubſtituant des circonlocutions qui, en alongeant les phraſes, les rendent traînantes, ſouvent obſcures, ou faſtidieuſes. Quelques termes en outre, tels que celui d'affinité, par exemple, expriment des propriétés de la matière, qu'il eſt eſſentiel de

connoître, vu qu'elles ſont la cauſe de preſque toutes les combinaiſons chimiques : au reſte, j'apporterai la plus grande attention à n'employer les termes de l'art que lorſqu'ils n'auront pas d'équivalent parmi ceux qui ſont en uſage dans le langage commun.

Le ſecond chapitre traitera de l'hiſtoire naturelle de toutes les matières qui ſont employées dans les diverſes opérations de purification, d'affinage des ſubſtances ſalines qui aident à la fuſion des acides, qui ſont les diſſolvans de l'or & de l'argent.

Je m'appliquerai principalement, dans ce chapitre, à tout ce qui a rapport au choix qu'on doit faire de ces matières ; j'indiquerai quels ſont les ſignes extérieurs, quelles ſont les expériences d'eſſai par leſquelles on peut s'aſſurer du degré de leur pureté.

La théorie générale des fourneaux, & ſon application à ceux qui ſervent aux opérations de l'Orfévrerie, formeront le ſujet du chapitre ſuivant ; j'y traiterai auſſi des creuſets, coupelles, & généralement de tous les vaiſſeaux & inſtrumens qui ſervent aux opérations chimiques de l'Orfévrerie.

J'expliquerai dans le quatrième chapitre, quelles ſont les propriétés générales qui ca-

ractériſent les ſubſtances métalliques, & en combien de claſſes on diviſe ces matières; quelles ſont les règles de leurs alliages.

Le cinquième chapitre contiendra ſpécialement l'expoſition des propriétés chimiques de l'or, la théorie de ceux de ces alliages qui ſont d'uſage dans l'Art de l'Orfévrerie, celle des moyens qu'on employe pour le purifier.

Dans le ſixième chapitre, je ſuivrai, à l'égard de l'argent, la même marche que j'aurai tenue dans le précédent à l'égard de l'or.

Comme la coupellation & le départ ſont communs à l'or & à l'argent, j'ai cru qu'il convenoit de n'en traiter que dans ce chapitre, afin d'éviter d'une part les redites, & de l'autre, de parler par anticipation.

La lavure ſera l'objet du ſeptième & dernier chapitre.

Je terminerai enfin ce Traité par un réſumé général de ce que j'aurai expoſé dans tout ſon cours. Ce tableau, qui ſera celui des connoiſſances humaines en cette partie, formera en même temps la concluſion de mon ouvrage.

ÉLÉMENS
DE
CHIMIE DOCIMASTIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

Explication des termes.

Acide.

Les acides tirent leur nom de leur ſaveur aigre.

Les principales propriétés qui caractériſent les acides, ſont;

1°. D'avoir une ſaveur aigre, telle que celle du citron, de l'oſeille, lorſqu'on les applique ſur la langue, étendus d'une certaine quantité d'eau; d'exciter ſur cet organe une ſenſation d'autant plus aigre & brûlante, qu'ils ſont concentrés.

2°. De rougir les couleurs bleues des végétaux.

Si l'on verſe quelques gouttes d'un acide quelconque ſur une infuſion de tourneſol, de fleurs de violettes, ſur le ſirop violat, &c.; leur couleur bleue paſſe au rouge à l'inſtant.

3°. De faire efferveſcence avec les alkali, terres abſorbantes *, de les diſſoudre, & de former avec eux de nouvelles combinaiſons que nous connoiſſons ſous le nom de ſels neutres.

* Voyez ces mots.

4°. D'être ſpécifiquement plus peſans que l'eau.

Telles ſont les propriétés qui caractériſent les acides en général, qui ſervent à les diſtinguer de toutes les autres ſubſtances ſalines, à les faire reconnoître : mais tous les acides ne jouiſſent pas de ces propriétés au même degré; il y a une diſtance immenſe à cet égard entre l'acide du citron, & les acides marin, nitreux, & vitriolique : quelques acides, d'ailleurs, diſſolvent certaines ſubſtances que d'autres n'attaquent pas; c'eſt ce que nous aurons occaſion de faire remarquer en traitant de chacun d'eux en particulier dans le ſecond chapitre.

Affinité.

L'affinité ou rapport eſt la tendance qu'ont les parties des corps les unes vers les autres.

Nous diſons qu'il y a affinité ou rapport d'affinité, quand les parties d'un corps s'uniſſent à celles d'un autre corps, de manière à former un ſeul & même tout ; il y a affinité entre l'eau & le ſel, puiſqu'ils s'uniſſent très-bien ; il n'y a pas d'affinité entre l'eau & l'huile, puiſqu'elles ne s'uniſſent pas ; il y a plus d'affinité entre l'eau-forte & le cuivre, qu'entre l'eau-forte & l'argent, puiſque, lorſqu'on met une lame de cuivre dans une diſſolution d'argent, l'eau-forte abandonne ce dernier métal, pour s'unir au premier.

Alkali.

Cette claſſe de ſubſtances ſalines tire ſon nom du mot *Kali*, qui ſignifie *ſoude*, parce que les plantes de cette famille en fourniſſent beaucoup.

Les propriétés qui caractériſent les alkali en général, ſont ;

1°. Une ſaveur âcre & brûlante qui a quelque choſe d'urineux, d'où on les a nommés ſels urineux.

2°. De changer en vert les couleurs bleues des végétaux.

3°. De faire effervescence lorsqu'on les combine avec les acides.

4°. De se vitrifier par l'action du feu, & d'aider à la vitrification de plusieurs substances, & notamment de plusieurs terres qu'on ne sauroit faire entrer en fusion sans leur secours, au moins au feu des fourneaux ordinaires.

5°. Ils décomposent tous les sels à base terreuse & métallique, c'est-à-dire, tous les sels qui résultent des dissolutions des terres ou des métaux par les acides. C'est ainsi que, si l'on verse une liqueur alkaline dans une dissolution d'or, l'alkali s'unit aux acides qui tenoient l'or dissout, & ce métal se précipite; d'où nous concluons que l'alkali ajouté a plus d'affinité avec les acides qui tenoient l'or en dissolution, que ces derniers n'en ont avec ce métal.

6°. Ils peuvent être réduits sous la forme sèche & pulvérulente, par l'évaporation de toute l'eau qui les tenoit en solution; si dans cet état on les expose à l'air, ils en attirent puissamment l'humidité, & se résolvent en liqueur, ce que les Chimistes appellent tomber

en *deliquium*. Cette propriété des alkali oblige à les tenir dans des vaſes bien fermés, ſi on veut les conſerver ſecs.

7°. L'alkali bien pur n'a ni couleur ni odeur.

La méthode ordinaire de retirer l'alkali des ſubſtances végétales, telles que les plantes, les bois, le tartre, & les autres matières de ce genre qui le contiennent, conſiſte à les faire brûler librement & en plein air, à laiſſer enſuite conſumer entièrement leur charbon ou braiſe, & à les réduire en cendres; après quoi on leſſive ces cendres avec de l'eau très-pure, juſqu'à ce que cette eau ſorte inſipide; on la filtre; on fait évaporer cette leſſive juſqu'à ſiccité : ce qui reſte au fond du vaſe eſt l'alkali.

De quelque matière végétale qu'on ait extrait cet alkali, s'il a été bien préparé & exactement purifié, il ſera toujours le même.

On connoît trois eſpèces de ſubſtances ſalines qui portent le nom d'alkali, mais qui ſont diſtinguées entre elles par des épithètes tirées, ou de leur origine, ou de quelques-uns de leurs caractères ſpécifiques.

La première eſpèce, connue ſous le nom d'alkali végétal, eſt ainſi nommée parce Alkali végétal.

qu'elle eſt le produit de l'incinération de tous les végétaux, & qu'elle appartient uniquement à cet ordre de ſubſtances.

Alkali minéral. Le nom d'alkali minéral a été donné à la ſeconde eſpèce, quoiqu'on le retire abondamment de la ſoude & de pluſieurs autres plantes qui croiſſent ſur les bords de la mer, à cauſe du ſel marin, qui eſt mis au rang des ſels minéraux, dont cet alkali forme la baſe; d'où on l'a appelé auſſi alkali marin, alkali du ſel marin: il ſe nomme auſſi ſel de ſoude.

De ces deux alkali, le premier, l'alkali végétal, poſſède toutes les propriétés des ſubſtances alkalines; le ſecond, l'alkali minéral, diffère de l'autre, en ce qu'il criſtalliſe; qu'il n'a pas beſoin d'être évaporé juſqu'à ſiccité pour prendre une conſiſtance ſolide; qu'il n'attire point l'humidité de l'air; qu'il perd au contraire de l'eau de ſa criſtalliſation, & ſe deſſèche; ce que nous appelons tomber en efflorescence. Il en diffère encore par ſes affinités, & par pluſieurs autres propriétés dont je ne crois pas devoir rendre compte, vu que ce ſel n'eſt d'aucun uſage dans l'Orfévrerie.

Alkali fixe. J'ai dit que l'alkali ſoutenoit l'action du

feu au point de ſe vitrifier & de vitrifier avec lui quelques ſubſtances terreuſes; c'eſt à cette propriété, qui eſt commune à l'alkali végétal & à l'alkali minéral, que ces deux ſels doivent l'épithète de fixe, pour les diſtinguer de la troiſième eſpèce, qui, cédant à l'action du feu & ſe diſſipant même en entier, a été nommée alkali volatil.

Alkali volatil.

L'alkali volatil jouit des propriétés principales des ſubſtances alkalines; mais il diffère des deux précédentes par ſa volatilité, qui eſt telle, que ſi on l'expoſe au feu, à un dégré de chaleur bien inférieur à celui de l'eau bouillante, il ſe volatiliſe, il ſe diſſipe en entier: que dis-je? la chaleur de l'atmoſphère eſt ſouvent ſuffiſante pour le volatiliſer; on en a la preuve dans le ſel d'Angleterre, dans l'alkali volatil fluor, l'eau de Luce, qui perdent leur piquant lorſqu'on néglige de tenir exactement bouchés les flacons qui les contiennent, lors même qu'on les a débouchés un grand nombre de fois, quelque attention qu'on ait apportée à les reboucher promptement.

L'alkali volatil diffère encore des alkali fixes, par ſon odeur qui eſt très-forte, très-pénétrante, & ſi piquante, qu'on ne peut

la ſupporter un inſtant; elle eſt capable de faire perdre connoiſſance & de ſuffoquer; elle excite la toux, & tire beaucoup de larmes des yeux. Cet alkali eſt bien connu ſous le nom d'alkali fluor, de ſel d'Angleterre : l'alkali volatil eſt encore la baſe de l'eau de Luce, & la cauſe de ſon piquant; ainſi, il eſt bien peu de perſonnes qui n'en connoiſſe l'odeur.

L'alkali volatil eſt le produit de la diſtillation de toutes les ſubſtances vraiment animaliſées; il eſt auſſi celui de toute eſpèce de putréfaction : c'eſt ce ſel qui fait le piquant de l'odeur qu'on ſent dans les latrines aux changemens de temps.

L'alkali volatil ne ſert directement à aucune des opérations de l'Orfévrerie, mais il eſt la baſe du ſel ammoniac, dont le mélange avec l'eau-forte eſt l'eau régale, la plus connue des Orfévres; ce qui m'a déterminé à en parler avec un peu d'étendue.

A la rigueur, il y a autant de ſels alkali qu'il y a de plantes, de bois, de ſubſtances végétales dans la nature; mais comme l'alkali bien préparé eſt toujours le même, quelle que ſoit la matière dont on l'a extrait, on ne connoît dans le commerce que trois eſ-

pèces de ſel ; ſavoir, le ſel de tartre, la cendre gravelée, & la potaſſe, dont nous traiterons dans le chapitre ſuivant.

Les ſels alkali diſſolvent les huiles & graiſſes, & les rendent miſcibles à l'eau : cette propriété eſt la baſe de l'art de fabriquer les ſavons ; c'eſt par elle auſſi que ces mêmes ſels & les ſavons qui en ſont compoſés, ſont ſi propres à dégraiſſer, à nettoyer la ſurface des ouvrages d'or & d'argent qui ont été ternis par quelques matières graſſes.

Caractères diſtinctifs des acides & des alkali.

J'ai fait réflexion que parmi les propriétés générales qui caractériſent les acides & les alkali, il en eſt quelques-unes qui ont une ſi grandes reſſemblance entre elles, qu'il ſeroit à propos de les rapprocher, afin qu'en les comparant je puiſſe mieux faire ſentir ce qui les diſtingue : ainſi, par exemple, lorſque, pour caractériſer leur ſaveur, je dis que les acides ont une ſaveur aigre & brûlante, & que celle des alkali eſt âcre & brûlante ; cette diſtinction, qui ſans doute ſuffit aux gens inſtruits, ne me paroît pas aſſez étendue pour donner à des gens que je dois ſuppoſer ignorer abſolument la matière, une idée claire de la ſaveur de ces deux ſubſtances ſalines, pour les leur faire diſtinguer avec certitude, pour

les empêcher de les confondre en aucun cas. D'après ces réflexions, j'ai cru qu'il ſeroit à propos de m'expliquer de la manière ſuivante.

Caractères des acides.

1°. L'aigre qui caractériſe la ſaveur acide, diffère de l'âcre de la ſaveur alkaline, en ce que l'effet du premier eſt d'agacer les dents, de les hacher, pour me ſervir de l'expreſſion vulgaire, ainſi qu'on le ſent en mettant dans la bouche du fort vinaigre, du ſuc de citron, de l'oſeille; l'effet du ſecond eſt de les faire paroître liſſes, douces, lorſqu'on les frotte avec la langue.

2°. Si l'on touche le bout de la langue avec l'acide nitreux étendu d'un peu d'eau, il y excite d'abord une ſenſation de fraîcheur qui eſt bientôt ſuivie d'un picotement très-aigu, & enfin d'une chaleur brûlante, & qui ſe fait ſentir long-temps : les acides marin & vitriolique produiſent les mêmes ſenſations, à la ſeule différence de la fraîcheur qui eſt beaucoup moindre, à peine ſenſible même dans l'expérience faite par l'acide marin.

Si on fait la même expérience avec une liqueur alkaline, on ne ſentira ni fraîcheur, ni picotement; la chaleur ſera ſubite & extrême; la ſenſation ſera profonde, grave, mais de courte durée.

3°. Les acides ainſi appliqués ſur la langue n'ont aucun mauvais goût ; tous même, étendus d'une quantité d'eau ſuffiſante, ou ſont agréables, ou au moins n'ont rien d'abſolument déſagréable. Tout le monde connoît le goût de l'acide du citron, de celui du vinaigre ; l'acide vitriolique étendu d'eau forme une eſpèce de limonade aſſez gracieuſe.

Les alkali concentrés ou étendus d'eau développent toujours un goût urineux très-fétide ; tout le monde peut s'en convaincre en goûtant un peu de leſſive, ou tenant dans la bouche une pincée de bonnes cendres de bois de foyer. Caractères des alkali.

Au moyen de cette explication des caractères par leſquels ces ſubſtances ſalines, quoique très-différentes, paroiſſent cependant ſe rapprocher ; je penſe qu'il n'eſt plus poſſible de les confondre : rien ne me paroît même ſi facile que de diſtinguer l'impreſſion que fait l'une de ces ſubſtances ſur la langue, d'avec celle que l'autre y occaſionne.

Amalgame.

On entend en Chimie par le mot amalgame, l'alliage du mercure ou vif-argent avec les autres ſubſtances métalliques.

Je traiterai de l'amalgame au quatrième chapitre.

Baſe.

Lorſque nous diſſolvons un corps par un autre, nous donnons au corps diſſolvant le nom de menſtrue, & le corps diſſout prend celui de baſe.

Ainſi, l'eau-forte, par exemple, eſt le menſtrue de la diſſolution d'argent, & ce métal en eſt la baſe.

Brillant métallique.

Le brillant métallique eſt un éclat particulier aux ſubſtances métalliques, qui fait même un des caractères par leſquels on les diſtingue des corps non métalliques.

Cet éclat leur vient de la manière dont ils réfléchiſſent la lumière, à cauſe de leur opacité qui eſt plus grande que celle d'aucun autre corps.

Cément.

On donne en général le nom de cément à toutes les poudres ou pâtes dont on environne des corps dans des pots ou creuſets, & qui ont la propriété, lorſqu'elles ſont aidées de

de l'action du feu, de causer certaines altérations à ces mêmes corps.

C'est de là que sont venues aussi les expressions cémenter, & cémentation, qui désignent l'opération par laquelle on expose un corps à l'action du cément.

Le seul dont je parlerai est le cément royal, dont on se sert pour séparer l'argent d'avec l'or dans l'opération du départ concentré. Ce cément porte le nom de cément royal, à cause de l'or qui est regardé comme le roi des métaux.

Chaux métallique.

On nomme chaux métallique les terres des métaux dépouillées de leur phlogistique. On les prive de ce principe par plusieurs moyens.

1°. En les en dégageant par la calcination ou combustion à l'air libre.

2°. Par l'action des acides.

3°. Par le nitre avec lequel on fait détoner les substances métalliques.

Les métaux ainsi calcinés ont perdu leur fusibilité, opacité, ductilité, pesanteur spécifique, & toutes leurs propriétés métalliques; leurs chaux sont d'autant moins solubles par les acides, qu'elles ont été plus calcinées,

qu'elles ſont privées d'une plus grande quantité de leur phlogiſtique : elles ne peuvent plus s'unir aux métaux par la fuſion.

Concentration.

C'eſt le rapprochement des parties propres & intégrantes d'un corps par la ſouſtraction d'une ſubſtance qui étoit interpoſée entre elles, & qui eſt étrangère ou ſurabondante au corps concentré. Ainſi, par exemple, la ſolution d'un ſel dans l'eau ſe concentre lorſqu'on enlève une partie de l'eau de cette ſolution ; l'uſage a particulièrement affecté le nom de concentration à la déphlegmation des acides.

Condenſation.

La condenſation eſt aux corps ſolides ce que la concentration eſt aux liquides ; ainſi, lorſqu'un corps contient beaucoup de matière ſous un petit volume, il eſt concentré, s'il s'agit d'un liquide ; il eſt denſe, compacte, condenſé, ſi c'eſt un corps ſolide.

Criſtalliſation.

La criſtalliſation eſt une opération par laquelle les parties intégrantes d'un corps, ſéparées les unes des autres par l'interpoſition

d'un fluide, ſont déterminées à ſe rejoindre & à former des maſſes ſolides d'une forme régulière & conſtante.

C'eſt ainſi que les ſels qui ont été diſſous dans l'eau, en paſſant de l'état de fluidité à l'état ſolide, prennent une figure régulière & conſtante.

C'eſt ainſi que l'or & l'argent fondus prennent, en refroidiſſant, des formes régulières & conſtantes.

Décanter.

C'eſt l'action de tirer une liqueur de deſſus un dépôt ou un marc, en la verſant doucement & par inclination.

Décrépitation.

Certains corps, lorſqu'on les chauffe bruſquement, ſont ſuſceptibles de ſe dilater en pétillant avec bruit; c'eſt ainſi que le ſel marin, jeté ſur des charbons ardens, pétille & ſaute avec violence.

Cet effet eſt dû le plus ſouvent à ce que l'eau enfermée entre les parties du corps qui décrépite, étant réduite promptement en vapeurs par la chaleur ſubite qui lui eſt appliquée, les écarte & les fait ſauter avec effort

& avec bruit ; & il eſt d'autant plus conſidérable, que les parties de ce corps ont entre elles une plus forte adhérence, & qu'on leur applique plus ſubitement la chaleur.

Déphlegmation.

Déphlegmer un corps, c'eſt lui enlever l'eau ſurabondante qui le tenoit dans un état de dilution qui, en s'oppoſant au rapprochement de ſes parties, diminuoit leur action ; c'eſt le concentrer, faire qu'il contienne plus de matière ſous un petit volume.

Quoique ce terme paroiſſe ſynonyme à celui de concentration, & que la déphlegmation & la concentration s'opèrent par les mêmes procédés, ils ont cependant, en Chimie, des acceptations différentes : c'eſt ainſi qu'on dit déphlemer l'eſprit de vin & concentrer un acide.

Détonation.

Lorſqu'un corps combuſtible s'enflamme ſubitement & brûle avec beaucoup de vivacité, de rapidité, d'éclat, & de bruit, on dit qu'il détone.

On a un exemple de la détonation dans la combuſtion du nitre ou ſalpêtre qu'on projette ſur des charbons ardens, ſur un métal en

fuſion, ou ſur tout corps embraſé; & dans celle de la poudre à canon.

Diſſolution.

La diſſolution eſt une opération par le moyen de laquelle un corps paſſe de l'état de ſolide à celui de fluide, par l'union qu'il contracte avec quelque autre corps capable de produire en lui cette altération; & comme il réſulte toujours de cette union un nouveau compoſé, on voit par-là que la *diſſolution* n'eſt autre choſe que l'acte même de la combinaiſon.

On nomme *diſſolvant*, celui des deux corps qui, par ſa fluidité ou par ſon âcreté, paroît actif; on nomme *diſſout*, celui auquel ſa ſolidité & ſon défaut de ſaveur donnent l'apparence d'un corps purement paſſif. Diſſolvant

Ainſi, par exemple, lorſqu'on fait diſſoudre de l'argent dans l'eau-forte, l'argent eſt le *corps diſſout*, l'eau-forte le *diſſolvant*, & le nouveau liquide compoſé prend le nom de *diſſolution* d'argent.

Les règles de la diſſolution qu'il m'importe de faire connoître, pour l'intelligence de la théorie chimique de celles dont j'ai à traiter, ſe bornent aux ſuivantes. Règles de la diſſolution.

La diviſion des corps à diſſoudre eſt la première règle de cette opération ; elle la facilite à raiſon de ce que les corps ainſi diviſés, préſentant plus de ſurfaces à l'action du diſſolvant, ſont attaqués par plus de points à la fois. Cette opération mécanique eſt ſi néceſſaire, que ſans elle pluſieurs corps, qui ſe diſſolvent très-bien avec ſon ſecours, ſeroient à peine attaqués. On a donc raiſon de réduire en lames ou en grenailles, l'or & l'argent qu'on veut diſſoudre ; c'eſt une opération préliminaire indiſpenſable.

La chaleur aide beaucoup à l'action des diſſolvans ; il eſt donc eſſentiel d'y expoſer les diſſolutions : mais cette chaleur doit être modérée, & relative au degré d'activité des acides.

Lorſqu'un acide a diſſout tout ce qu'il eſt en état de diſſoudre du corps qu'on a ſoumis à ſon action, il ceſſe d'agir ſur lui : on reconnoît ce point, que l'on nomme ſaturation, à divers ſignes certains que j'aurai ſoin d'indiquer en leur lieu.

La plupart des diſſolutions, celles d'or & d'argent, par exemple, ſont accompagnées d'un phénomène qu'on connoît ſous le nom d'effervescence ; ce phénomène ſert beaucoup

à les gouverner, mais il n'eſt pas ſuffiſant pour indiquer le point de ſaturation des acides, comme je le dirai à l'article du départ par l'eau-forte.

Si le métal qu'on ſe propoſe de diſſoudre eſt allié à un autre métal, il faut alors que ces métaux ſoient dans une proportion convenable: car ſi, par exemple, dans une maſſe compoſée d'or & d'argent il y avoit trop d'or, ce dernier métal recouvriroit l'argent, & le garantiroit de l'action de l'eau-forte; en ſorte que le départ ne ſe feroit point, ou ſe feroit très-mal, ainſi que je le dirai en traitant de l'opération du départ, où je donnerai les moyens de procéder en ce cas.

Enfin, l'acte de la diſſolution eſt ſouvent accompagné de chaleur. Ce phénomène, qui naît de la colluſion continue qu'excite la réaction du diſſolvant ſur toute la ſurface du corps à diſſoudre, eſt plus ou moins conſidérable, relativement à la nature de ces corps & à leur maſſe.

Docimaſie.

La Docimaſie eſt l'art d'eſſayer, par des opérations, la nature & la quantité des matières métalliques qu'on peut retirer des miné-

la chaux de cuivre, qu'elle tient en diſſolution, n'eſt probablement pas dangereuſe dans ce cas; elle aide peut-être même à l'action de l'eau-forte : mais les Orfévres ne ſauroient néanmoins être trop circonſpects dans la vente de cette liqueur.

Eſprit de nitre.

Les noms d'eſprit de nitre & d'acide nitreux ſont ſynonymes en Chimie, ils déſignent l'eſprit acide retiré par la diſtillation du nitre ou ſalpêtre. Quelques épithètes ajoutées à ces noms ſervent à indiquer le degré de leur concentration & le procédé dont on s'eſt ſervi pour les retirer : ainſi, par eſprit de nitre ou acide nitreux fumant, on entend cet acide très-concentré & exhalant des vapeurs; par eau-forte, on entend un acide nitreux aſſez foible, retiré par l'intermède de l'argile.

Dans le commerce, dans les Arts, ces dénominations n'ont pas préciſément la même acception qu'en Chimie; elles n'expriment que le degré de concentration de cet acide. L'eſprit de nitre des marchands ne diffère de l'eau-forte, qu'en ce qu'il eſt plus concentré.

Eſprit de ſel.

C'eſt le ſynonyme du mot acide marin.

Eſprit de Vitriol.

Huile de vitriol. L'acide vitriolique concentré eſt connu dans le commerce ſous le nom d'huile de vitriol : on y nomme eſprit de vitriol, ce même acide étendu d'eau.

Ecrouiſſement.

L'écrouiſſement eſt une roideur & une dureté que les métaux acquièrent lorſqu'on les bat à froid pendant un certain temps. Un métal écroui eſt beaucoup plus élaſtique qu'il n'étoit avant : il devient en même temps très-aigre & caſſant. L'écrouiſſement empêche qu'on ne puiſſe étendre à froid, en lames minces, des maſſes de métal un peu épaiſſes, parce qu'elles ſe fendent & ſe gercent après avoir reçu un certain nombre de coups de marteau. Les métaux les plus ductiles, tels que l'or & l'argent, ne ſont pas exempts de s'écrouir.

Recuit. Mais il eſt facile de déſécrouir les métaux ; il ne s'agit pour cela que de les faire chauffer juſqu'à rougir ; ce qui s'appelle les recuire : ce recuit leur rend toute leur ductilité.

Fixité.

La fixité eſt, dans un corps, la propriété qu'il a de réſiſter à l'action du feu, ſans s'élever & ſe diſſiper en vapeurs.

Flux.

Cette expreſſion s'employe quelquefois comme ſynonyme de fuſion. On dit, par exemple, qu'un métal eſt en flux très-liquide; ce qui eſt la même choſe que ſi on diſoit qu'il eſt en fuſion parfaite.

On donne auſſi en général le nom de flux aux matières ſalines qu'on mêle avec des ſubſtances difficiles à fondre, pour en faciliter la fuſion. Les alkalis fixes, le nitre, le borax, le tartre, le ſel marin, ſont les matières ſalines qui entrent le plus ordinairement dans la compoſition des flux.

Mais le nom de flux eſt affecté encore plus partitulièrement à des mélanges de différentes proportions de nitre & de tartre.

Fondant.

On nomme fondant toute eſpèce de ſubſtance qui facilite la fuſion des autres.

par deux épithètes différentes : les unes ſont les *parties intégrantes*, c'eſt-à-dire, qu'elles ne forment qu'une ſoudiviſion infinie, ſi l'on veut, de la maſſe entière, mais qui en conſerve tous les caractères, qui eſt entière par conſéquent dans ſon petit volume. Le plus petit atôme d'or eſt une partie intégrante de la maſſe dont il a été détaché.

Au contraire, lorſque nous conſidérons ſéparément des principes différens qui faiſoient partie des compoſés dont nous faiſons ceſſer l'union par quelque moyen que ce ſoit, nous caractériſons alors ces parties par l'expreſſion de *conſtituantes*.

Tels ſont les principaux termes que j'ai cru devoir expliquer pour faciliter l'intelligence de la théorie chimique des opérations dont j'ai à rendre compte. Il en eſt bien encore quelques-uns, mais que je me contenterai de paſſer rapidement en revue en un ſeul article, vu qu'ils ne demandent pas un explication auſſi détaillée que les précédens.

Combinaiſon. Quand les parties d'un corps s'uniſſent aux parties d'un autre corps, de manière à former un ſeul & même tout, nous diſons qu'il y a *combinaiſon*.

Rare, raréfié. *Rare*, *raréfié*, ſont les oppoſés de concentré.

Les corps qui se fondent difficilement se nomment *réfractaires* : on nomme *Apyres* ceux qui ne se fondent point du tout au feu ordinaire de nos fourneaux. Réfractaires. Apyres.

On nomme effervescence le mouvement visible qui accompagne beaucoup de dissolutions. Effervescence.

Malgré l'attention que j'ai apportée à n'omettre aucun des termes essentiels de l'art, qui, n'étant connus que de ceux qui s'y appliquent, ont besoin d'explication ; j'ai pu sans doute en oublier quelques-uns : je réparerai cette faute à mesure que je m'en appercevrai, en commentant ceux qui m'auront échappé.

Pesanteur.

On considère la pesanteur des corps de deux manières differentes :

Tout corps considéré comme pesant, peut n'être comparé qu'à lui-même, c'est-à-dire, à des quantités plus ou moins grandes de matière de même nature que lui : dans ce cas, plus il y a de masse ou de quantité, plus il est pesant. La pesanteur des corps, considérée sous ce point de vue, est ce qu'on nomme leur *pesanteur absolue*; c'est, à proprement parler, leur poids. C'est dans ce sens qu'une livre de plomb

n'eſt pas plus peſante qu'une livre de plumes.

On peut conſidérer un corps comme peſant, en ayant égard non ſeulement à ſa maſſe ou quantité de matière, mais auſſi à l'eſpace qu'il occupe, à ſon volume. Alors on trouve une différence très-grande entre tous les corps que la nature nous offre : il y a une différence énorme entre le poids d'un pied cube de plomb & celui d'un pied cube de plumes, entre un pied cube d'or & un pied cube d'étain. Comme ces différences dépendent de l'eſpèce particulière de chaque corps, la peſanteur appréciée de cette manière ſe nomme *peſanteur ſpécifique*. On la nomme auſſi *relative*, parce qu'on n'en peut juger qu'en comparant les corps les uns aux autres. Il ſuit de là, que ſi deux corps que l'on compare l'un à l'autre ſont égaux en volume, ils ſeront entre eux comme leurs poids réels ou maſſes ; & que, s'ils ſont égaux en maſſes ou poids réels, ils ſeront entre eux réciproquement comme leurs volumes.

Il y a pluſieurs moyens de pratique aſſez commodes pour déterminer la peſanteur ſpécifique des corps, & qui ſont fondés ſur la relation de leur volume à leur maſſe, qui conſiſtent ou à les réduire ſous des volumes égaux,

égaux, ou à rendre égaux leurs poids réels, & à comparer enſuite leurs volumes.

La première méthode, qui eſt très-juſte, très-commode, & la meilleure qu'on puiſſe employer pour déterminer la peſanteur ſpécifique des corps liquides, étoit auſſi très-facile à imaginer. Il ne s'agiſſoit que de choiſir une ſubſtance ſimple & invariable, ou du moins qu'on pût toujours avoir facilement dans ſa plus grande pureté, à la peſanteur de laquelle on pût comparer toutes les autres: on a trouvé toutes ces conditions dans l'eau pure. Ainſi, en peſant bien juſte une quantité déterminée, une once, par exemple, d'eau très-pure dans une fiole, & marquant exactement par un trait le volume qu'occupe cette once d'eau dans la fiole, il eſt très-facile de déterminer le rapport de la peſanteur ſpécifique de tout autre fluide à celle de cette eau; il ne s'agit pour cela que de mettre dans la même fiole un volume de la liqueur dont on veut comparer la peſanteur ſpécifique, égal à celui qu'occupoit l'once d'eau, c'eſt-à-dire, d'emplir cette fiole juſqu'à la hauteur du trait qui le marque, & de peſer enſuite exactement cette liqueur: ſi elle ſe trouve peſer juſte une once, elle aura la même peſanteur ſpécifique que

l'eau ; ſi au contraire elle pèſe plus ou moins d'une once, ſa peſanteur ſpécifique ſera d'autant plus ou moins grande que celle de l'eau, dans la proportion de ce qu'elle peſera de plus ou de moins que l'once. Si, par exemple, elle pèſe deux onces, ſa peſanteur ſpécifique ſera déterminée double de celle de l'eau ; ſi au contraire elle ne pèſe qu'une demi-once, elle ſera moitié moindre auſſi que celle de l'eau.

Cette méthode, très-juſte & très-commode pour déterminer la peſanteur ſpécifique des corps liquides, ne peut pas être employée pour celle des corps ſolides : il faut beaucoup de main-d'œuvre & d'adreſſe pour donner à deux corps ſolides un volume exactement égal ; on peut même dire que l'entière préciſion eſt comme impoſſible à cet égard : ainſi, on eſt obligé d'avoir recours à une autre méthode pour ces ſortes de corps. La méthode qu'on ſuit ordinairement dans cette détermination, conſiſte à rendre égaux les poids réels des corps, & à comparer enſuite leur volume par rapport à un pareil volume d'eau, ainſi que nous allons le voir.

Lors donc qu'on veut déterminer la peſanteur ſpécifique de deux corps ſolides, on commence par en peſer exactement un

tité, une once, par exemple, de chacun, ſans avoir égard à leurs volumes; on repèſe après cela chacun de ces corps dans de l'eau très-pure, par le moyen de la *balance hydroſtatique*, & l'on tient note de la quantité de poids réel que chacun de ces corps a perdue étant ainſi peſé dans l'eau : on compare enſuite ces pertes de poids, & celui qui a fait la moindre perte ſurpaſſe l'autre en peſanteur ſpécifique, dans la même proportion que la perte du poids du dernier ſurpaſſe celle du premier. Si, par exemple, on pèſe ainſi l'or dans l'eau, il perd entre un dix-neuvième & un vingtième de ſon poids; d'où il ſuit qu'à volume égal il eſt dix-neuf à vingt fois plus peſant que ce fluide. Si on pèſe de même une once d'or d'une part, & de l'autre une once d'argent, le premier perdra, comme nous l'avons vu, entre un dix-neuvième & un vingtième de ſon poids, & le ſecond perdra un onzième : la peſanteur ſpécifique de l'argent eſt donc moindre que celle de l'or dans le rapport de onze à dix-neuf environ; l'or doit donc contenir preſque le double de matière que l'argent, ſous un volume égal; auſſi un pouce cube d'or pèſe douze onces trois gros ſoixante-deux grains, tandis qu'un pouce cube d'argent ne

pèſe que ſix onces ſix gros vingt-deux grains.

Phlogiſtique.

Les Chimiſtes déſignent par le nom de phlogiſtique, le principe inflammable le plus pur & le plus ſimple.

Il doit être regardé comme le feu élémentaire combiné & devenu un des principes des corps combuſtibles.

Le phlogiſtique eſt le principe qui conſtitue les ſubſtances métalliques, & les diſtingue de tous les autres corps; c'eſt à lui que les métaux doivent la ductilité, l'opacité, le brillant métallique, la ténacité, la peſanteur ſpécifique qui les caractériſent; c'eſt encore à *lui qu'ils* doivent leur fuſibilité & leur diſſolubilité par les acides: on peut voir, à ce ſujet, ce qui a été dit des chaux métalliques, page 33, & l'article du chapitre quatrième qui traite des propriétés générales des ſubſtances métalliques.

Régule.

C'eſt le nom général des ſubſtances métalliques ſéparées d'avec d'autres ſubſtances par la fuſion. Ainſi, le culot d'or qui reſte au fond du creuſet dans l'opération de la purification de ce métal par l'antimoine, ſe

nomme régule d'or; celui qui ſe trouve de même ſous les ſcories du départ ſec, porte encore le nom de régule d'or, comme on nomme régule d'argent, le culot de ce métal qu'on obtient dans la purification de l'argent par le nitre.

Scories.

On donne ce nom en général à toutes les matières ſalines, ſulphureuſes, ou vitreuſes, qu'on trouve au-deſſus des culots ou régules, après la fonte des minéraux, ou après leur purification par la fonte.

CHAPITRE II.

Hiſtoire naturelle abrégée de toutes les matières qui ſont employées dans les opérations chimiques de l'Orfévrerie.

Acide marin.

L'ACIDE marin, qu'on appelle auſſi eſprit de ſel, eſprit de ſel commun, eſt ainſi nommé, parce qu'on le tire ordinairement du ſel marin.

L'acide marin a toutes les propriétés gé-

Cet acide a la propriété de rendre volatils, d'enlever avec lui par ſublimation, les métaux avec leſquels il eſt uni, & ſinguliè-rement ceux avec leſquels il a la plus forte adhérence. La lune cornée nous fournira encore un exemple de cette propriété de l'acide marin.

Enfin, quoique cet acide ne puiſſe diſſoudre l'or dans ſon état naturel, par aucun moyen connu, tant qu'il eſt ſeul & pur, il fait très-bien cette diſſolution quand il eſt mêlé d'acide nitreux; il forme alors un diſſolvant mixte, qu'on nomme *eau régale*, & dont je parlerai dans ce chapitre.

On trouve l'acide marin dans le commerce ſous pluſieurs états, qui tous tiennent à ſes divers degrés de concentration.

Le premier eſt d'une couleur jaune ardente, & exhale une très-grande quantité de vapeurs blanches, lorſqu'on l'expoſe à l'air, d'où on le nomme acide marin fumant.

Le ſecond eſt d'une couleur citrine, & n'exhale que peu de vapeurs; c'eſt celui qui convient pour faire l'eau régale.

Le troiſième eſt d'autant plus blanc & exhale d'autant moins de vapeurs qu'il eſt plus phlegmatique: celui-ci eſt abſolument trop

foible pour entrer dans la compoſition de l'eau régale, propre à la diſſolution de l'or.

Choix de l'acide marin.

D'après ce que je viens d'expoſer, il eſt facile de voir qu'on doit choiſir l'acide marin de couleur citrine & médiocrement fumant.

Cet acide, comme nous le verrons, uni à l'alkali minéral, forme le ſel marin; avec l'alkali volatil, il forme le ſel ammoniac; le ſublimé corroſif avec le mercure; la lune cornée avec l'argent.

Il diſſout auſſi très-bien l'étain, le fer, & le cuivre.

Je n'entrerai pas dans un plus grand détail ſur les propriétés de l'acide marin, celles que j'ai expoſées étant les ſeules qu'il importe de connoître pour l'intelligence de ce Traité.

Acide nitreux.

L'acide nitreux tire ſon nom du nitre, duquel on le retire par la diſtillation.

Aux propriétés générales des acides, l'acide nitreux en joint beaucoup d'autres qui le caractériſent.

Lorſqu'il eſt bien concentré, il a une couleur d'un jaune rouge ardent, s'exhale perpétuellement en vapeurs de même couleur, viſibles même dans un flacon bien bouché; ce

qui a fait ajouter à ſon nom l'épithète de fumant.

Sa peſanteur ſpécifique eſt plus conſidérable que celle de l'acide marin ; une fiole qui contient juſte une once d'eau, contient une once & demie & quarante-huit grains d'acide nitreux concentré.

Il a une odeur & une ſaveur très-marquées, qui lui ſont particulières.

Appliqué ſur la peau, il y fait des taches jaunes qui ne s'en vont qu'avec l'épiderme.

Il ſe combine avec le phlogiſtique avec une impétuoſité ſans égale, le brûle, le détruit, ſe décompoſe lui-même en un inſtant avec une détonation, une exploſion des plus conſidérables : c'eſt à cette propriété de l'acide nitreux que le nitre doit celle d'affiner l'argent, en détruiſant le phlogiſtique des ſubſtances métalliques qui altèrent la pureté de ce métal, comme nous le verrons lorſque nous traiterons de l'affinage de l'argent par le nitre.

L'acide nitreux diſſout l'argent avec facilité ; & comme il n'a aucune action ſur l'or, on s'en ſert pour ſéparer ces deux métaux par l'opération du départ.

Enfin, l'acide nitreux, combiné avec l'alkali

fixe végétal, forme le nitre ou *salpêtre*.

L'acide nitreux qu'on employe dans les Arts n'eſt pas auſſi concentré que celui que je viens de décrire, dont il a d'ailleurs toutes les autres propriétés : on le connoît dans le commerce ſous deux noms qui déſignent ſes différens degrés de force; ſavoir, celui d'eſprit de nitre, par lequel on entend l'acide nitreux le plus actif après le fumant, & le nom d'eau-forte, qui déſigne l'acide nitreux le plus foible.

Non ſeulement les différentes eſpèces d'acide nitreux diffèrent entre elles par leur force, mais elles diffèrent encore eſſentiellement par leur pureté : l'uſage a encore conſacré le nom d'eſprit de nitre pour déſigner le plus pur, & celui d'eau-forte pour le plus commun.

Choix de l'acide nitreux.

Je remets à entrer dans de plus grands détails à ce ſujet, dans l'article qui traitera de l'eau-forte, où je donnerai auſſi les ſignes auxquels on peut s'aſſurer de la pureté de l'acide nitreux.

On voit par les propriétés de l'acide nitreux, qu'il diffère de l'acide marin;

1°. Par ſa couleur, qui eſt d'un jaune rouge ardent.

2°. Par ſes vapeurs, qui ſont de la même couleur & viſibles dans les vaiſſeaux fermés; au lieu que celles de l'acide marin ne le ſont qu'autant qu'elles ont une communication libre avec l'air.

3°. Par une peſanteur ſpécifique plus conſidérable.

4°. Enfin, par la propriété de diſſoudre l'argent, auquel l'autre ne touche pas.

Acide vitriolique.

Quoique cet acide n'entre dans aucune des opérations de l'Orfévrerie (1), cependant, comme il a de l'action ſur l'argent, & qu'il joue d'ailleurs un aſſez grand rôle dans l'explication de pluſieurs points de théorie, j'ai cru ne pouvoir me diſpenſer d'en traiter; mais je le ferai le plus ſuccinctement poſſible.

Cet acide doit ſon nom au vitriol, attendu qu'on le retiroit autrefois de ce ſel; aujourd'hui qu'on le retire du ſoufre, il n'en a pas moins conſervé ſon ancienne dénomination.

Lorſqu'il eſt bien concentré, ſa peſanteur ſpécifique eſt double de celle de l'eau. Une

(1) Depuis quelque temps on a ſubſtitué l'acide vitriolique à l'eau-forte dans le blanchiment de l'argent.

Quoiqu'on n'ait pas coutume d'employer cet acide à la diſſolution de l'argent, cependant ſi on le chauffe bien fort ſur de la limaille de ce métal, il la diſſout, & en forme un vitriol d'argent qui criſtalliſe.

Le ſimple énoncé des propriétés de l'acide vitriolique, ſuffit pour faire appercevoir ſa différence d'avec les acides marin & nitreux.

Choix de l'acide vitriolique.

On doit choiſir l'huile de vitriol très-blanche, ſans odeur, & peſant le double de l'eau; elle eſt d'autant plus impure, qu'elle s'éloigne plus de ces qualités.

Alun.

L'alun eſt un ſel neutre très-blanc, brillant, & tranſparent, d'une ſaveur acerbe & aſtringente, ſemblable à peu près à celle des fruits verts.

Expoſé au feu, il ſe liquéfie d'abord, ſe bourſouffle enſuite, augmente conſidérablement de volume, & forme une maſſe rare, légère, d'un blanc mat, & que l'action du feu ne fait point entrer en fuſion.

Il ſe diſſout dans l'eau aſſez facilement & en fort grande quantité, & cette ſolution rougit les couleurs bleues des végétaux, & notamment le ſirop de violettes.

C'eſt la reſſemblance extérieure du borax avec l'alun, qui m'a engagé à entrer dans le détail de tous les caractères qui peuvent ſervir à reconnoître ce ſel : pour ne laiſſer aucun lieu à l'équivoque, je vais les mettre en oppoſition avec ceux de l'alun qui ont avec eux quelque analogie, ou qui en diffèrent d'une manière frapante. En quoi le borax diffère de l'alun.

La tranſparence du borax lui donne avec l'alun une reſſemblance très-marquée; mais lorſqu'on examine de près ces deux ſels, on obſerve que l'alun eſt plus brillant, plus net, d'une plus belle eau que le borax, qui eſt toujours plus ou moins terne, en comparaiſon de ce ſel. Ce dernier d'ailleurs eſt toujours farineux à ſa ſurface.

L'alun préſente d'abord au feu les mêmes phénomènes que le borax : comme lui, il commence par ſe liquefier, & ſe bourſouffle enſuite; mais il n'entre point en fuſion.

Ce ſecond caractère ſuffiroit pour faire diſtinguer ces deux ſels avec certitude; mais les ſuivans vont tracer entre eux une ligne de ſéparation beaucoup plus facile à ſaiſir encore, & qui ne permet point de les confondre.

mines d'or & d'argent de l'Inde & de la Tartarie ; mais, selon plusieurs Auteurs, c'est un produit de l'art.

Le borax nous est apporté des Indes, & sur-tout de Ceylan, par les Anglois & les Hollandois : il en vient de deux sortes, dont l'une est grasse & rougeâtre, l'autre, grise & verdâtre.

On purifie en Europe ce borax brut ; les Vénitiens le raffinèrent les premiers, d'où il a pris le nom de borax de Venise, qu'il conserve encore, quoique depuis long-temps les Hollandois se soient emparés presque totalement de cette raffinerie. Enfin, MM. Léguillier frères, marchands Epiciers-Droguistes, rue des Lombards, ont établi chez eux une raffinerie de ce sel, de laquelle il sort du borax tout aussi beau que celui de Hollande.

On doit choisir le borax bien net, bien blanc, & bien transparent. Choix du borax.

Cendre gravelée.

La cendre gravelée est un sel alkali qu'on prépare en grand dans les pays de vignobles, en faisant brûler des sarmens avec des lies de vin desséchées. Lorsque ces matières sont

brûlées, on les calcine à un degré de feu capable de faire fondre le sel, mais qui n'est pas assez fort pour vitrifier la terre des cendres.

Ce sel alkali est assez pur, exempt de tout mélange de sel étranger : il ne diffère du sel de tartre, qui est l'alkali le plus pur, qu'en ce qu'il contient beaucoup plus de terre, que lui ont fournie les sarmens; mais si on le purifie, alors il est absolument semblable à ce sel.

Choix de la cendre gravelée.

La cendre gravelée, lorsqu'elle est pure, est d'une couleur blanche sale & tirant sur le gris, d'un goût âcre de lessive; elle attire puissamment l'humidité de l'air, & se résout en liqueur.

Quant à ses qualités alkalines, il faut consulter l'article qui traite des alkalis en général, à la page 23[e].

Crême de tartre.

Le sel connu dans le commerce & dans les Arts sous le nom de crême de tartre, n'est autre chose que le tartre purifié; c'est pourquoi je renvoye au mot tartre pour ses propriétés & son usage dans nos opérations.

Eau-forte.

J'ai dit à l'article acide nitreux, que cet acide prenoit différens noms, ſelon qu'il eſt plus ou moins concentré, & qu'on donnoit le nom d'eau-forte à celui qui eſt le plus foible: cette dénomination déſigne auſſi, comme je l'ai obſervé, celui qui eſt le moins pur: en Chimie, le nom d'eau-forte paroît conſacré à l'acide nitreux obtenu par l'intermède de l'argile.

Pour bien entendre ces diſtinctions, il faut ſavoir qu'on décompoſe le nitre, pour en obtenir l'acide nitreux, par trois intermèdes différens, & par autant de procédés.

Le premier intermède qu'on employe à cette décompoſition du nitre, eſt l'acide vitriolique pur & concentré, l'huile de vitriol: ce procédé, qui eſt dû à Glaubert, célèbre Chimiſte, porte le nom de ſon Auteur, & l'acide nitreux qu'il produit, qui eſt très-concentré & fumant, ſe nomme acide nitreux fumant.

Le ſecond procédé, plus ancien que le précédent, conſiſte à employer pour intermède le vitriol vert, mais dans différens états. Lorſqu'on employe ce vitriol calciné

de la grande quantité de ſel marin que contient le nitre brut, eſt peu propre à cette opération; ſouvent même elle eſt ſi chargée d'acide marin, qu'elle n'attaque pas l'argent; enfin, dans quelques cas elle diſſout l'or. J'entrerai dans de plus grands détails à ce ſujet en traitant du départ.

Au reſte, il ne faut pas croire que ce ſoit par avarice ou par ignorance que les Diſtillateurs employent le nitre brut; l'eau-forte qu'ils fabriquent n'a pas généralement beſoin d'un degré de pureté abſolu : au contraire, le mélange d'un peu d'acide marin, loin de lui nuire, ne peut, dans bien des cas, que lui être avantageux. Les Teinturiers ſont, de tous les Artiſtes, ceux qui emploient une plus grande quantité d'eau-forte; cet acide leur ſert à diſſoudre l'étain, pour donner le ton à la belle couleur connue ſous le nom d'écarlate; mais il ne peut faire une bonne diſſolution de ce métal, qu'autant qu'il a été régaliſé par l'addition de l'acide marin, ſoit pur, ſoit engagé dans une baſe (c'eſt le ſel ammoniac qui ſert ordinairement à la régaliſer dans cette circonſtance) : on ſent donc qu'un peu d'acide marin, loin de nuire au ſuccès de l'opération, ne fait qu'y aider. Il

feroit donc abſolument ſurperflu d'employer dans la diſtillation de l'eau-forte deſtinée à cet uſage, le nitre de trois cuites; il ne feroit qu'en augmenter le prix très-inutilement. Il en eſt à peu près de même de la gravure; l'eau-forte chargée d'un peu d'acide marin y eſt beaucoup plus propre que l'acide nitreux pur, en ce que ſon action ſur le cuivre étant moins vive, l'artiſte eſt plus maître de la diriger à ſon gré: cette eau-forte enfin, au départ près, eſt très-propre à la plus grande partie des opérations des Arts; les Orfévres peuvent même l'employer au blanchiment de l'argent, tout auſſi bien que l'acide nitreux le plus pur.

Si toutes les eaux-fortes du commerce ſont fabriquées par l'intermède de l'argile & avec du nitre brut, comment ſe peut-il faire, me dira-t-on, que les unes puiſſent ſervir au départ, tandis qu'avec certaines autres cette opération ou ne réuſſit pas, ou ſe fait très-mal? Ceci tient à deux cauſes principales que je vais expliquer.

La première eſt que quelques Diſtillateurs ſont dans l'uſage d'arroſer leur argile avec de l'eau mère de ſalpêtre; ils ont remarqué qu'ils retiroient alors une plus grande quan-

tité d'eau-forte ; mais l'eau mère du ſalpêtre ne contient preſque pas de nitre, ce n'eſt preſque que du ſel marin à baſe terreuſe : ainſi, ſi cette addition ne nuit pas à la force de l'acide que produit l'opération, elle altère au moins beaucoup ſa pureté, en y introduiſant une notable quantité d'acide marin : & malheur à l'Orfévre qui tombe à de pareille eau-forte pour faire ſon départ !

La ſeconde tient à la conduite de l'opération : on peut, avec du nitre brut, obtenir de l'eau-forte preſque exempte du mélange de l'acide marin, de l'eſprit de nitre preſque pur ; & c'eſt ce qui arrive *quelquefois* aux Diſtillateurs, ſans qu'*ils s'en* doutent.

J'ai fabriqué de l'eau-forte pendant ſix ans ; ma galère étoit toujours entretenue par les Teinturiers ; j'employois par conſéquent le nitre brut, comme tous les Diſtillateurs. Lorſque j'avois beſoin d'eau-forte pour le départ, je plaçois dans le milieu de ma galère ſix ou huit cornues (ſelon la quantité que je voulois me procurer d'acide nitreux pur) chargées de nitre de trois cuites ; mais il eſt arrivé pluſieurs fois qu'on m'a demandé de l'eau-forte de départ, lorſque, ma galère étant couverte, il n'étoit plus poſſible d'y rien

déranger ; il eût fallu alors attendre deux jours : dans ce cas, au lieu d'abandonner la conduite de l'opération à mon ouvrier, je la gouvernois moi-même à ma manière ; j'obtenois de l'acide nitreux presque aussi exempt du mélange d'acide marin, que celui que me fournissoit le nitre pur, & très-propre au départ.

On reconnoît que l'eau-forte contient de l'acide marin ;

1°. A sa couleur, qui est d'autant plus citrine, qu'elle contient plus de cet acide : l'eau-forte pure n'a pas plus de couleur que l'eau.

2°. En y versant quelques gouttes de dissolution d'argent, si l'acide nitreux est pur, cette dissolution ne lui apportera aucun changement ; mais s'il est mêlé d'acide marin, alors on verra s'y former une espèce de caillé blanc, qui se déposera avec lenteur, & qui sera d'autant plus abondant, que l'acide marin sera mêlé en plus grande quantité à l'acide nitreux.

Choix de l'eau-forte.

La bonne eau-forte doit fumer légèrement lorsqu'on débouche la bouteille qui la contient, & n'avoir point de couleur.

D'après ces observations, on sent que la bonne eau-forte pour le départ doit être sans couleur, & légèrement fumante.

Eau régale.

Aucun des trois acides minéraux dont nous venons de traiter n'a d'action sur l'or; ce métal ne peut être dissout que par le mélange de l'acide marin & de l'acide nitreux, & ce dissolvant mixte porte le nom d'eau régale, parce qu'il dissout l'or, que les Alchimistes regardent comme le roi des métaux.

Il y a différentes manières de préparer l'eau régale : on peut, ou mêler ensemble une partie d'acide marin & deux parties d'acide nitreux,

Ou distiller ensemble une partie de sel marin avec deux parties d'acide nitreux,

Ou dissoudre simplement le sel marin dans l'acide nitreux,

Ou enfin dissoudre une partie de sel ammoniac dans quatre parties d'acide nitreux ou eau-forte.

Cette dernière méthode de composer l'eau régale est la plus usitée; elle a cependant des inconvéniens que n'a pas la première, qui de plus l'emporte sur elle dans quelques cas, comme j'aurai occasion de le faire remarquer.

Fleurs de ſoufre.

La fleur de ſoufre n'eſt autre choſe que du ſoufre qui s'eſt ſublimé, par l'action du feu, en petits criſtaux aiguillés.

Voyez ci-après le mot ſoufre.

Huile de Vitriol.

C'eſt, comme je l'ai dit plus haut, le nom que porte, dans le commerce, l'acide vitriolique concentré.

Voyez ci-devant le mot acide vitriolique.

Nitre.

Le nitre, plus connu ſous le nom de ſalpêtre, eſt un ſel neutre compoſé d'acide nitreux & d'alkali fixe végétal.

Ce ſel a une ſaveur un peu fraîche, ſuivie d'un arrière-goût qui n'eſt point agréable.

Expoſé à l'air, le nitre n'y éprouve aucune altération, il n'en attire point l'humidité, il n'y tombe point en efflorescence.

Il ſe fond bien avant de rougir, & reſte en fonte tranquille ſans ſe bourſouffler.

Lorſqu'on le tient en fuſion à un degré de chaleur modéré, de manière qu'il n'ait point

exemple familier de cette troisième condition dans la détonation de la poudre à canon.

Origine du nitre.

On ne connoît pas encore l'origine du nitre ; tout ce qu'on sait, c'est que beaucoup de plantes en contiennent, & qu'on le trouve très-abondamment dans les matériaux des vieux bâtimens, & sur-tout dans ceux qui ont été imprégnés pendant long-temps des humeurs excrémentitielles des animaux, dans les latrines, dans les murailles exposées à recevoir les urines, dans les écuries, les étables, les bergeries, &c.

Le nitre qu'on trouve ainsi n'est pas parfait, ni pur à beaucoup près ; il contient une grande quantité de sel marin, & est à base de terre absorbante : dans cet état il est déliquescent ; il s'agit donc de lui donner une base alkaline, & de le purifier de l'alliage du sel marin : les Salpêtriers qui le retirent des plâtras & autres matériaux qui le fournissent, font la première opération, & la seconde s'exécute dans les ateliers du Roi, & notamment, quant à Paris, à l'Arsénal.

Je passerai sous silence le détail de ces opérations, qui est étranger à mon Traité ; j'observerai seulement qu'on trouve dans les

magaſins du Roi le nitre ſous trois états.

Nitre brut. Le premier eſt le nitre brut, connu auſſi ſous le nom de nitre de première cuite : celui-ci eſt tel qu'il ſort des mains du Salpêtrier. C'eſt un mélange de nitre parfait, de ſel marin à baſe d'alkali fixe végétal, ou ſel fébrifuge de Sylvius, de nitre & de ſel marin à baſe terreuſe. Ce ſel eſt roux, en petits criſtaux qui ne font point maſſe, & attire l'humidité de l'air : c'eſt, comme je l'ai dit, celui qu'emploient les Diſtillateurs d'eau-forte.

Nitre de ſeconde cuite. Le ſecond, qui porte le nom de nitre de ſeconde cuite, eſt plus blanc que le premier, en maſſes plus conſidérables ; il contient un peu moins de ſel marin, peu ou preſque point de ſel fébrifuge de Sylvius, encore moins de ſels à baſe terreuſe ; il attire encore un peu l'humidité de l'air, mais moins que le premier.

Nitre de trois cuites. Le troiſième enfin, le nitre de trois cuites, eſt d'un blanc parfait, en maſſes ſolides, n'attire pas l'humidité de l'air, ne contient plus de nitre ni de ſel marin à baſe terreuſe, plus de ſel fébrifuge de Sylvius, preſque plus, ſouvent même plus du tout de ſel marin. C'eſt du nitre auſſi pur qu'on ait beſoin de

l'avoir pour la plupart des opérations dans leſquelles on le fait entrer, & particulièrement pour celles de l'Orfévrerie.

Je ferai voir, en traitant de l'affinage de l'argent par le nitre, de quelle importance il eſt pour les Orfévres de ne jamais employer que ce dernier. Choix du nitre.

Potaſſe.

La potaſſe eſt un ſel alkali qu'on prépare en grand, de différentes manières, dans pluſieurs contrées, & principalement dans la Lorraine & pluſieurs parties de l'Allemagne.

La manière la plus uſitée de préparer la potaſſe, celle qui en produit le plus, conſiſte à faire brûler une grande quantité de bois, à extraire le ſel de la cendre qu'il fournit après ſa combuſtion, à le deſſécher, & à le calciner dans des fours, en prenant garde de ne le point faire entrer en fuſion.

La potaſſe eſt mêlée ordinairement de différens ſels neutres, & principalement de ſel marin; on trouve des potaſſes qui en contiennent une ſi grande quatité, qu'il ſemble y avoir été mis exprès pour en augmenter le poids.

La potaſſe dont le goût eſt le plus âcre & Choix de la potaſſe.

urineux, qui tient moins de celui du ſel marin, & qui attire plus promptement l'humidité de l'air, eſt celle qu'on doit choiſir : la couleur de la bonne potaſſe eſt ordinairement bleuâtre, la moindre tire un peu ſur le rouge ; elle doit cette couleur au ſel marin qu'elle contient en grande quantité.

Salpêtre.

Ce mot eſt ſynonyme avec celui de nitre.

Le mot ſalpêtre eſt néanmoins plus particulièrement affecté au nitre brut : il ſeroit à déſirer qu'on le conſacrât uniquement à déſigner cet état du nitre.

Sel ammoniac.

Le ſel ammoniac eſt un ſel neutre formé de la combinaiſon de l'acide marin avec l'alkali volatil.

On trouve du ſel ammoniac tout formé dans les volcans ou dans leur voiſinage : on le nomme ſel ammoniac natif ou naturel ; mais il eſt en trop petite quantité pour fournir aux beſoins des Arts : celui qui eſt dans le commerce eſt fait en grand dans les manufactures.

L'Egypte

L'Egypte a été, juſqu'à ces derniers temps, en poſſeſſion de nous fournir tout le ſel ammoniac qui s'employe par nos différens artiſtes; mais M. Baumé a établi une manufacture qui donne du ſel ammoniac auſſi parfait & plus beau que celui qui nous vient d'Egypte; il y a tout lieu d'eſpérer que ſon exemple ne tardera pas à être ſuivi, & que nous touchons au moment où nous ne ſerons plus tributaires des Egyptiens pour cette marchandiſe.

Les Orfévres n'emploient le ſel ammoniac que pour compoſer l'eau régale, en le mêlant avec l'acide nitreux, comme je l'ai dit au mot eau régale.

On doit le choiſir très-blanc & très-net. Choix du ſel ammoniac.

Sel de tartre.

C'eſt le nom que porte, dans le commerce & dans les Arts, l'alkali fixe qu'on obtient par la combuſtion du tartre.

Cet alkali eſt, comme je l'ai déjà dit, le plus pur de ceux qu'on trouve dans le commerce, comme la potaſſe eſt le plus impur. Choix du ſel de tartre.

On doit choiſir le ſel de tartre très-blanc, d'un goût âcre urineux très-marqué; il doit s'humecter très-promptement à l'air, & lorſ-

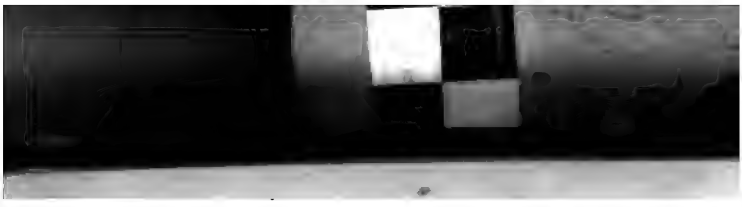
Les acides libres ſemblent n'avoir que peu d'action ſur lui.

Les alkalis fixes, les alkalis volatils, & la chaux le diſſolvent, le rendent plus ou moins ſoluble dans l'eau, & forment avec lui des compoſés qu'on nomme *foie de ſoufre*, à cauſe de la reſſemblance de leur couleur avec celle du foie.

Le foie de ſoufre eſt un grand diſſolvant de l'or, comme je le dirai en traitant de ce métal, tandis que le ſoufre pur n'a ſur lui aucune ſorte d'action.

Le ſoufre s'unit par la fuſion à l'argent & à preſque toutes les ſubſtances métalliques, c'eſt ſur ces propriétés du ſoufre que ſont fondés la purification de l'or par l'antimoine & le départ ſec. (*Voyez ces mots.*)

Il n'y a point de ſoufre pur primitivement dans la nature; on le trouve quelquefois, ſoit criſtalliſé à la ſurface de la terre, ſoit dans ſes entrailles, & on l'en retire par l'action du feu: mais il eſt toujours alors l'ouvrage des volcans; c'eſt toujours dans leur voiſinage qu'on le trouve en abondance; il coule dans l'embrâſement, & vient brûler à l'air libre, comme dans la ſoufrière de la Guadeloupe,



Vitriol.

En Chimie, tout ſel réſultant de la combinaiſon de l'acide vitriolique avec une baſe quelconque, porte le nom de vitriol.

Mais dans le commerce, ce nom ne déſigne que trois eſpèces de ſels; ſavoir, le vitriol blanc ou de goſſard, formé de l'union du zinc à l'acide vitriolique; le vitriol bleu, ou de Chypre, compoſé de cet acide uni au cuivre; & le vitriol vert, réſultant de la combinaiſon du fer avec le même acide.

Ces trois vitriols portent auſſi le nom de couperoſe.

Ce ſont là les principales ſubſtances naturelles, & les principaux compoſés qui entrent, ſoit comme fondans, ſoit comme purifians, ſoit comme diſſolvans, ſoit enfin comme précipitans, dans les opérations dont je me propoſe d'établir la théorie. J'ai penſé qu'il étoit néceſſaire d'en traiter ainſi dans un chapitre ſéparé; par ce moyen j'évite d'interrompre l'explication d'un phénomène ſouvent important, pour donner celle d'un terme, pour définir un agent inconnu à ceux pour qui j'ai entrepris ce travail. Cette marche m'a fourni en outre le double avantage de

aller remplir le vide qui ſe forme continuellement, tant dans l'intérieur du fourneau, que dans ſa cavité ſupérieure.

On augmentera encore beaucoup l'activité du feu, ſi le fourneau ſe rétrécit par le haut, & dégénère en un tuyau d'un moindre diamètre; alors l'air raréfié ſe trouve forcé d'accélérer conſidérablement ſon cours, en paſſant par cet eſpace plus étroit, & ſurmonte avec beaucoup d'avantage la preſſion de l'air ſupérieur: il ſuit de là, que l'air qui s'introduit par la partie inférieure du fourneau, pour remplir le vide qui ſe forme continuellement dans la partie ſupérieure, paſſe d'autant plus rapidement à travers le foyer, qu'il trouve moins d'obſtacle par le haut, & que par conſéquent cette diſpoſition du fourneau détermine néceſſairement un courant d'air fort & rapide, à le traverſer de bas en haut.

Il eſt aiſé de ſentir, d'après ce qui vient d'être dit, que plus l'eſpace où l'air ſe raréfie dans la partie ſupérieure du fourneau eſt grand, & plus le courant d'air extérieur qui eſt forcé d'entrer dans le fourneau pour remplir ce vide, eſt fort & rapide, plus par conſéquent le charbon qu'il contient doit brûler avec activité. De là vient que ces fourneaux

tous ces fourneaux peuvent se rapporter à un petit nombre de dispositions générales, dont je parlerai après avoir posé les règles théoriques de leur construction.

Le principal but qu'on se propose en construisant un fourneau, c'est qu'il produise le plus grand degré de chaleur, avec le moins de matière combustible possible, & sans le secours des soufflets. Or il faut pour cela que sa structure soit telle, qu'il se forme un courant d'air déterminé à traverser perpétuellement le foyer; & plus ce courant d'air sera fort & rapide, plus aussi la chaleur sera considérable dans l'intérieur du fourneau.

Le grand moyen pour produire cet effet, c'est de ménager dans la partie supérieure du fourneau, un espace fermé de tous côtés, excepté par en haut & par en bas, parce que l'air contenu dans cette cavité étant raréfié & chassé par la chaleur que produisent les matières qui brûlent dans le fourneau, il se forme dans cet endroit un vide que l'air extérieur tend nécessairement à occuper, en vertu de sa pesanteur.

Le fourneau doit donc être disposé de manière que l'air extérieur soit forcé d'entrer par le cendrier, & de traverser le foyer, pour

pendant la rétrécir, ſi l'on veut que l'air entre dans le foyer, & frappe avec plus de rapidité & de force l'endroit auquel elle répond.

Appliquons cette théorie à la conſtruction des fourneaux en uſage dans l'Orfévrerie.

Fourneau de fuſion.

Ce fourneau eſt une tour creuſe, cylindrique ou priſmatique, à laquelle il y a une porte ou principale ouverture tout en bas, qu'on appelle la *porte du cendrier*. Immédiatement au-deſſus de cette porte, le fourneau eſt traverſé horizontalement dans ſon intérieur, par une *grille* qui le diviſe en deux parties ou cavités; la partie inférieure s'appelle *cendrier*, parce quelle reçoit les cendres qui tombent continuellement du foyer: la porte de cette cavité ſert à donner entrée à l'air néceſſaire pour entretenir la combuſtion dans l'intérieur du fourneau.

Le haut de ce fourneau eſt terminé par un dôme fort élevé, qu'on nomme *chappe*; cette chappe a deux ouvertures, l'une latérale & antérieure, qui doit être grande & pouvoir ſe fermer exactement par une porte; & l'autre au ſommet: celle-ci doit avoir la

forme d'un tuyau d'un diamètre convenable, ſur lequel on puiſſe ajuſter d'autres tuyaux d'une longueur déterminée.

C'eſt dans le foyer, & au milieu des charbons, qu'on place les matières auxquelles on veut appliquer la chaleur; & on les y introduit par la porte de la chappe.

Cette porte de la chappe eſt encore deſtinée à y introduire le charbon : elle doit être fort large, afin qu'on en puiſſe jeter à la fois & promptement une bonne quantité, attendu qu'il ſe conſume rapidement, & que pour ne point déranger le courant d'air qui traverſe ce fourneau, il ne doit reſter ouvert latéralement que le moins de temps qu'il eſt poſſible.

On donne à ce fourneau, dans œuvre, de huit à quinze pouces de diamètre, & deux pieds de haut. La grille ſe poſe à la hauteur de quinze pouces; les neuf pouces reſtans forment le foyer. La porte du cendrier a ſix pouces d'ouverture & dix pouces de hauteur. Depuis le deſſus de la grille, l'intérieur doit être arrondi.

Lorſqu'un pareil fourneau a douze à quinze pouces de diamètre en dedans, qu'il eſt ſurmonté d'un tuyau d'aſpiration de huit à neuf

pouces de large, & de dix-huit ou
pieds de haut, & qu'il eſt bien ſervi, i
duit une chaleur extrême; en moins de
heures on peut y fondre tout ce qu
poſſible de fondre dans les fourneaux.

L'endroit le plus chaud de ce fo
eſt à la hauteur depuis envion quatre p
juſqu'à ſix au-deſſus de la grille qui
bas de ſon foyer; c'eſt pour cela qu'
bien d'élever les creuſets ſur une petite
de terre cuite cylindrique & peu ép
nommée *fromage*, à cauſe de ſa figur
fromages ont encore l'avantage de pr
le cul des creuſets des atteintes de l'ai
qui entre par le cendrier, & qui les
fêler.

C'eſt une opinion aſſez généralement
parmi les Chimiſtes, qu'on augmente
coup l'activité du fourneau de fuſion,
on lui pratique un cendrier très-gra
très-haut, ou qu'on y amène l'air qu
entrer par le bas, au moyen d'un long
qui le prend à l'extérieur. L'avantage
peut tirer de la première de ces diſpo
ſe rapporte entièrement au vide form
la partie ſupérieure du fourneau. A l
du tuyau qu'on adapte au cendrier p

amener l'air extérieur, il ne contribue à faire tirer davantage le fourneau, que dans le cas où il ſeroit placé dans un laboratoire fort petit & exactement clos; car alors l'air de ce laboratoire étant bientôt échauffé & raréfié, ſeroit moins propre à donner de l'activité au feu du fourneau, que l'air plus frais que le tuyau dont il s'agit lui apporte de l'extérieur.

La propriété qu'a l'eau, lorſqu'elle eſt réduite en vapeurs, de faire fonction d'air ſur le feu, d'exciter ſon activité à peu près comme le fait cet élément, a fait imaginer de placer au milieu du cendrier un vaſe rempli d'eau bouillante : ce moyen eſt aſſez bon, & augmente conſidérablement l'activité du feu.

Je terminerai cet article par une remarque économique ſur les tuyaux qu'on adapte au fourneau de fuſion, & à tous les fourneaux en général.

Ces tuyaux ſont de tôle; mais ils ne réſiſtent pas long-temps, la flamme les a bientôt percés : j'ai rémédié à cet inconvénient, en poſant immédiatemment ſur le dôme un tuyau de terre cuite, ſur lequel j'adapte enſuite ceux de tôle. Au moyen de cet arrangement,

une garniture de tuyaux m'a duré plus
ans, ſur un fourneau qui étoit emplo
moins deux fois la ſemaine, l'une dans l
J'obſerverai encore que les trois pr
pieds de mes tuyaux de tôle étoient e
forte ou tôle double.

Les Orfévres ſont aſſez dans l'uſag
tablir un petit fourneau de fuſion ſur
côtés de la paillaſſe de leur forge : ce
neau, qui leur ſert principalement à l'a
de l'argent par le nitre, eſt conſtruit
principes que nous venons de poſer ;
comme il ne doit pas produire un
effet, la chappe n'en eſt pas ſurmon
tuyaux.

Fourneaux d'eſſai ou de coupelle.

Le fourneau qu'on nomme *fourneau ou fourneau de coupelle*, eſt de figure p
tique quadrangulaire ; il ſert principal
à faire l'eſſai du titre de l'or & de l'a

Ce fourneau eſt compoſé d'un cen
d'un foyer, & d'une chappe qui le te
par le haut en une pyramide quadrang
tronquée.

Le foyer de ce fourneau a deux
antérieures ; au-deſſus de la première

placées deux barres de fer horizontalement, & parallèlement l'une à l'autre : ces barres ſont deſtinées à ſoutenir une *mouſle*, dont l'ouverture répond exactement à celle de la ſeconde porte ; & c'eſt dans cette mouffe qu'on place les coupelles. Au moyen de cette diſpoſition, le charbon entoure la mouſle de toutes parts.

La chappe de ce fourneau eſt tronquée par le haut, & cela lui forme une ouverture aſſez grande, par laquelle on introduit le charbon.

Cette chappe ſe termine à ſon ſommet par une pièce qui dégénère en un bout de tuyau deſtiné à recevoir un tuyau d'aſpiration, propre à augmenter la chaleur au beſoin.

Nota. Dans les fourneaux d'eſſai portatifs, de même que dans ceux de fuſion, le fond du foyer eſt percé d'une infinité de trous qui ſont office de grille, & on les ſoutient ſur des piliers ou ſur un trépied, qui, dans ce cas, leur ſert de cendrier.

De la forge.

Comme le vent du ſoufflet excite fortement & rapidement l'action du feu, la forge eſt très-commode lorſqu'on veut appliquer promp-

de la forge, deux pouces au-deſſus du trou de la tuyère, une plaque de fer de même diamètre, percée, près de ſa circonférence, de quatre trous diamétralement oppoſés. Au moyen de cette diſpoſition, le vent du ſoufflet, pouſſé avec effort ſous cette plaque, ſort en même temps par ces quatre ouvertures : cela procure l'avantage qu'il ne frappe pas continuellement un ſeul point du creuſet; que, ſortant en moindre maſſe, il dérange moins les charbons, & a le temps de s'échauffer en les traverſant; enfin, qu'il diſtribue également l'ardeur du feu, & en enveloppe le creuſet de tous côtés.

Toutes les forges ſont recouvertes ou en berceau ou en hotte renverſée : s'il ne s'agiſſoit que de préſerver les bâtimens de l'incendie qui pourroit avoit lieu ſans cette couverture, la forme en ſeroit aſſez indifférente, il ſeroit aſſez libre à chacun de préférer celle qui lui paroîtroit la plus propre, la plus élégante : mais ſi la conſtruction des forges peut influer ſur la ſanté, ſur la vie même des artiſtes, ne mérite-t-elle pas alors la plus ſérieuſe attention? Pour ſe convaincre de cette dernière vérité, il ſuffira de me ſuivre dans les détails où je vais entrer.

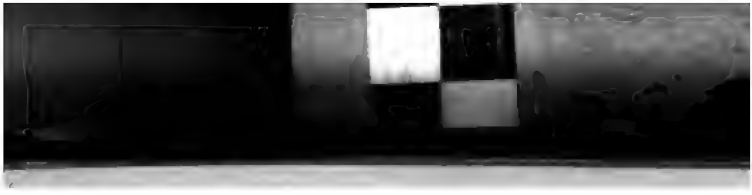
Premièrement, perſonne n'ignore les dangers de la vapeur du charbon; on ſait qu'on ne peut y reſter expoſé dans un endroit clos, ſans courir riſque d'en être ſuffoqué. J'avoue que les ateliers dans leſquels ſont établies les forges ne reſtent pas clos lorſqu'on y fait du feu; on a grand ſoin d'en ouvrir les portes & les fenêtres, & il n'eſt pas néceſſaire de le recommander, le mal-aiſe qu'on éprouve lorſque la forge eſt bien allumée, avertit ſuffiſamment de la néceſſité de renouveler l'air. Mais combien d'ateliers ſont diſpoſés de manière qu'il n'eſt pas poſſible d'y admettre l'air extérieur de façon à chaſſer les vapeurs du charbon qui y circulent? *Le vrai, le ſeul* moyen même de produire efficacement cet effet, eſt d'établir un courant d'air, en ouvrant deux portes oppoſées. Or peut-on par-tout ſe procurer cet avantage? Repréſentons-nous un inſtant un atelier d'Orfévre, tel qu'*ils* ſont diſpoſés pour la plupart, & nous verrons qu'il s'en faut de beaucoup qu'on puiſſe ainſi y établir ce courant ſi néceſſaire pour enlever les vapeurs nuiſibles qui le rempliſſent.

« Les Orfévres, dit l'ordonnance, ne pour» ront travailler ou faire travailler dans aucuns » lieux retirés ou écartés, ailleurs que dans

» leurs boutiques, ſur le devant deſquelles » leurs forges & fourneaux ſeront placés & » ſcellés en vue, & ſur rue ».

D'après cette diſpoſition de l'ordonnance, les boutiques des Orfévres leur ſervent d'ateliers. Dans les provinces où les Chambres de Monnoie tiennent la main à l'exécution de ce réglement, la boutique eſt ordinairement partagée en deux dans ſa longueur; un côté ſert à la vente des marchandiſes, l'autre ſert de laboratoire. Dans ce dernier, un établi autour duquel travaillent tous les compagnons, eſt placé ſur froc, ſous une croiſée; la forge eſt reléguée dans le fond. Telle étoit, par exemple, la diſpoſition de la boutique dans laquelle j'ai été élevé: au ſurplus, l'appartement étoit fort haut, fort large, entièrement ouvert ſur froc, tant par la croiſée du laboratoire qui étoit de toute ſa largeur, que par la porte d'entrée qui étoit de toute celle de la boutique; au fond de cette dernière étoit placée la porte d'entrée d'une ſalle éclairée par une cour. Cette diſtribution des portes l'une vis-à-vis de l'autre, donnoit, comme on le voit, la faculté d'établir un courant d'air à volonté, en les tenant toutes ouvertes, & néanmoins, lorſqu'on faiſoit de grandes fontes, lorſque

le fourneau d'affinage étoit allumé, l'air y étoit à peine reſpirable. C'étoit bien pis lorſque, dans les longues ſoirées d'hiver, l'atellier étoit fermé, que toute la famille étant raſſemblée dans la ſalle, il étoit impoſſible d'en tenir les portes & fenêtres ouvertes; alors l'air extérieur n'ayant d'autre entrée que par la porte de la rue, qui ſervoit en même temps d'iſſue aux vapeurs du charbon, ces dernières ne ſortoient que difficilement, & après avoir circulé long-temps dans l'atelier; & il n'y avoit aucun compagnon qui ne ſe ſentît plus ou moins gêné dans la reſpiration, plus ou moins affecté de mal de tête. J'ai éprouvé moi-même pluſieurs fois ce mal-aiſe; & cependant, comme je l'ai déjà dit, l'appartement étoit large, élevé, la porte avoit huit pieds & plus d'ouverture. Qu'on juge donc de ce qui doit arriver, & de ce qui arrive effectivement, lorſque la boutique ne communique par le fond avec aucun appartement, que la forge eſt placée dans un recoin, une eſpèce de cul de four. Dans Paris, où les logemens ſont généralement plus petits, plus reſſerrés que dans les villes de province, les Officiers de la Monnoie, chargés de veiller à l'exécution de l'ordonnance, ont cru devoir un peu



relâcher de ſa rigueur; ils ont permis aux Orfévres d'établir leurs forges hors de leurs boutiques, avec des précautions qui, en adouciſſant l'ordonnance à cet égard, en conſervent cependant l'eſprit: les boutiques, en conſéquence, ont été débarraſſées des forges; & ces dernières, tranſportées dans d'autres appartemens moins ouverts, ſouvent plus bas, n'en ſont devenues que plus mal-ſaines.

J'ai vu dernièrement un exemple des accidens auxquels ſont expoſés ceux qui reſpirent pendant un certain temps les vapeurs de la forge. Un compagnon, ayant paſſé deux heures à fondre en grand, ſe ſentit frappé d'un mal de tête qu'il attribua à la fatigue; il continua ſon ouvrage, & acheva ſa journée. De retour chez lui, il lui fut impoſſible de ſouper; il ſentoit une ardeur, un feu univerſels; il étoit dévoré d'une ſoif inextinguible: accablé par un mal de tête cruel, il prit le parti de ſe coucher; mais il ne pouvoit trouver le ſommeil. Vers minuit, il lui prit un vomiſſement qui lui dura environ une demi-heure, avec des efforts terribles; enfin, après ce dernier accident, il s'endormit juſqu'au jour. Je l'ai vu le même jour à midi; il avoit encore un peu de mal de tête, il étoit étourdi,

une fumée assez épaisse, fort fétide, composée des matériaux de l'acide nitreux, de l'eau du nitre, & du phlogistique des matières combustibles, qui a été, non détruit, car ce principe est indestructible, mais enlevé, volatilisé par l'effet de la détonation. Cette fumée, faute d'issue, circule dans l'atelier, & incommode, sinon par sa nature, au moins par sa fétidité. Quand je dis sinon par sa nature, je n'entends pas dire qu'elle soit absolument innocente, qu'elle soit respirable sans aucun danger, je veux seulement faire entendre qu'elle est infiniment moins pernicieuse que la vapeur du charbon.

Dans toutes les fontes, les métaux parfaits s'affinent toujours par la destruction que l'action du feu occasionne des métaux imparfaits qui leur étoient alliés; dans l'affinage, cet effet a encore lieu, c'est même l'objet de cette opération: le phlogistique des métaux qui se détruisent ainsi, circule donc encore dans l'appartement, & augmente les qualités nuisibles de l'air qu'on y respire.

Enfin, on a des preuves que les métaux sont volatilisés en entier dans quelques circonstances; l'argent même, tout fixe qu'il est, cède quelquefois à l'action du feu, ainsi que

preſque ſans fruit; ce qui l'a fait abandonner par la plupart de ceux qui l'avoient eſſayé. Examinons quelles ont pu être les cauſes qui ont empêché ce moyen de réuſſir, & voyons comment il eſt poſſible d'y rémédier.

La première condition à obſerver, c'eſt de donner au tuyau d'aſpiration une largeur & une longueur ſuffiſantes. Je ne répéterai pas ce que j'ai dit à ce ſujet en traitant de la théorie générale des fourneaux, page 86 & ſuivantes, qu'on peut conſulter à cet égard : je dirai ſeulement, que les tuyaux que j'ai vu adapter à quelques forges, n'étoient que des tuyaux de poële ordinaire, d'environ trois pouces de diamètre, & qu'au lieu de les prolonger à vingt pieds, comme on auroit dû le faire, on s'étoit contenté d'y en mettre un bout de trois pieds, ou deux bouts tout au plus. Or quelle proportion y a-t-il entre l'ouverture de la forge & la largeur du tuyau?

La ſeconde cauſe qui peut encore beaucoup contribuer à empêcher l'aſcenſion des vapeurs, dérive de la courbure de la hotte.

Pour donner de l'élégance à la forge, on donne ordinairement à la hotte renverſée, qui la recouvre, une forme régulière; on l'appuie d'un côté contre le pignon du bâtiment, &

tôle, ſoit en terre cuite, de vingt pieds au moins d'élévation. On profitera, s'il eſt poſſible, d'un tuyau de cheminée pour élever ce tuyau d'aſpiration dans un de ſes coins; lorſqu'on ne pourra pas ſe procurer cet avantage, ou on l'élevera juſqu'au dehors du toît de la maiſon, ou on le dévoiera en le faiſant ſortir, ſoit dans la rue, ſoit dans une cour. Au moyen de cette conſtruction, j'oſe aſſurer que telle fonte qu'on faſſe on ne reſſentira dans l'atelier aucun des inconvéniens des forges ordinaire; toutes les vapeurs & fumées ſeront emportées à travers le tuyau; on ne s'apercevra de la force du feu, que par la chaleur, & non par les étourdiſſemens, le mal de tête, & tous les autres accidens qu'occaſionnent les forges ordinaires.

J'ai fait exécuter une forge d'après ces principes; le tuyau d'aſpiration n'avoit que ſix pouces: quoi que j'aye pu dire, on avoit abattu en hotte la couverture de la muraille à laquelle étoit adoſſé le foyer, & cependant, dans les fontes ordinaires, on ne ſentoit pas l'odeur du charbon; la fumée du nitre projeté s'élevoit preſque entièrement; ce qui en retomboit étoit peu conſidérable, mais ſuffiſant pour appuyer ma théorie: car

de regiſtres à des trous qu'ils plaçoient à différens endroits du corps des fourneaux, dans la vue de modérer ou augmenter l'action du feu, en les tenant bouchés ou débouchés, ſelon le beſoin. Mais ces regiſtres ne rempliſſoient que très-imparfaitement l'indication qui les avoit fait établir; ils avoient d'ailleurs le grand inconvénient de diſtribuer très-inégalement le feu dans l'intérieur du fourneau. Plus inſtruits dans la vraie théorie de l'action du feu, les Chimiſtes modernes les ont ſupprimés: les portes & les tuyaux d'aſpiration leur ſuffiſent pour régir le feu des fourneaux à leur volonté, & bien plus efficacement qu'on ne le peut faire à l'aide des regiſtres.

SECTION II.

Des creuſets, coupelles, & autres inſtrumens ou vaiſſeaux.

Les creuſets ſont des pots de différentes formes & grandeurs, dont on ſe ſert dans toutes les opérations de la Chimie où il s'agit d'expoſer à l'action d'une chaleur aſſez forte, des matières pour les fondre, les cémenter, ou pour remplir d'autres vues. Creuſets.

La matière des creuſets eſt l'argile; mais

les vaſes qu'on en forme ont des quali
différentes, ſuivant la pureté de l'arg
nature & les proportions des matière
rogènes dont elle eſt mêlée naturell
ou qu'on y ajoute à deſſein, & même
le degré de feu qu'on applique aux
dans leur cuite.

Les creuſets fabriqués de l'argile
pure, & qui ont reçu un degré de
aſſez fort pour prendre la compaci
dureté des poteries cuites en grès,
plus propres à ſoutenir le feu violen
longue durée, & à réſiſter en même
à l'action des matières rongeantes & for
telles que les ſels & les chaux mét
fuſibles. Ce ſont ceux qu'on emploi
les verreries, & auxquels on doit de
préférence pour la fonte des ſels & p
vitrifications. Mais ces ſortes de creu
peuvent être chauffés ou refroidis b
ment, ſans ſe caſſer: c'eſt pourquoi ils
de grands ménagemens à cet égard.

Les creuſets faits avec de l'argile
d'une certaine quantité de matières n
telles que le ſable, la craie, le gypſe,
le mâche-fer, &c.; & pour la cuite d
on n'a employé qu'une chaleur médi

trop foible pour leur donner le commencement de fuſion dont dépend la compacité, ont en général aſſez bien la propriété de réſiſter à une chaleur bruſque, ſans ſe fendre, ſur-tout lorſqu'ils ne ſont pas fort grands; ils peuvent ſervir aſſez utilement & commodément à la fonte des métaux, parce que les matières métalliques n'ayant point d'action ſur les terres, n'exigent pas, de la part du creuſet, autant de compacité que les ſels & les matières vitrifiantes : mais cette ſeconde eſpèce de creuſets, auxquels ſont analogues ceux qu'on fabrique ici avec l'argile de Vaugirard, ne peuvent pour la plupart ſoutenir un feu très-violent, ſans ſe fondre, & d'ailleurs ſont trop poreux pour la fonte des ſubſtances actives & pénétrantes.

Les creuſets d'Allemagne, qu'on nomme ici *creuſets de Heſſe*, tiennent un aſſez juſte milieu entre les creuſets d'argile pure cuite en grès, & ceux de Paris, & ſont pour cela d'un excellent uſage pour une infinité d'opérations.

Il nous vient auſſi d'Allemagne des creuſets qu'on nomme *creuſets d'ypſe*, qui ont la couleur plombée de la molybdène, & qui en paroiſſent principalement compoſés; ils ont

différentes opérations, les eſpèces de creuſets qui y ſont les plus propres. C'eſt ainſi qu'on préfère les *creuſets d'Ypſe*, & après ceux-ci, les *creuſets de Paris*, pour la fonte de l'or & de l'argent; & que les *creuſets de Seſſe*, comme moins poreux, ſont plus propres à l'affinage par le nitre, au départ concentré, & à toutes les opérations dans leſquelles on emploie des ſubſtances ſalines.

De la coupelle.

La coupelle eſt un vaiſſeau de terre évaſé en forme de coupe plate, figure d'où lui eſt venu ſon nom.

L'uſage de la coupelle eſt de contenir l'or & l'argent mêlés de plomb, dans les opérations de l'affinage & de l'eſſai, & d'abſorber la litharge avec les autres matières ſcorifiées, à meſure qu'elles ſe forment dans ces opérations.

On a ſoin, pour cette raiſon, de faire les coupelles avec des terres ſèches, poreuſes, capables de ſoutenir l'action d'un feu aſſez fort, & celle des matières vitrifiées fondantes.

Les cendres de bois & d'os d'animaux ſont les plus propres qu'on ait trouvées juſqu'à préſent pour les coupelles; ces cendres

en l'air avec exploſion : il eſt bon même de la faire chauffer immédiatement avant que de s'en ſervir.

Matras.

Les *matras* ſont des bouteilles à col plus ou moins long, dont les Chimiſtes ſe ſervent pour faire des digeſtions, des macérations, & dont les Orfévres ſe ſervent pour les diſſolutions de l'or & de l'argent, dans les départs.

La forme des matras eſt diverſifiée ; il y en a dont le ventre eſt ſphérique, ce ſont les matras ordinaires ; d'autres qui ſont applatis par le fond, on les appelle matras à cul plat ; ce ſont ceux dont les Orfévres ſe ſervent de préférence.

Le plus commode de tous les matras ; quand on ne travaille pas ſur une grande quantité de matière, eſt une fiole à médecine.

Les matras ſervent auſſi ſouvent de récipiens ; on coupe aſſez ordinairement le col de ceux qu'on emploie à cet uſage, à deux pouces environ du corps ; ils prennent alors le nom de *ballon*. Ballon.

De la

La mouffle eſt un d
cuite, fermé par un bo
place les coupelles, c
l'affinage & de l'eſſai.

La mouffle ne doit av
d'ouverture que celle
le devant; on y fait c
ſur les côtés, & un d
trous nuiſent plus à l'o
utiles : ils ne ſervent t
duire de la cendre, &
fragmens de charbon e
& dans les coupelles; ce
au ſuccès de l'opératio
core un reſte de l'anci
qu'il faut ſupprimer.

SECTI

Des poid

Comme il ſeroit i
diſpendieux de faire
mouffle d'or & d'argent,
expliquer les degrés de
des poids imaginaires,
l'argent, & *karats* pou

Des deniers.

Les deniers ſont donc des parties fictives, dans leſquelles on ſuppoſe diviſée une maſſe d'argent quelconque, pour en ſpécifier le degré de fin, ou le titre.

On ſuppoſe la maſſe d'argent dont on veut exprimer le titre, compoſée de douze parties égales qu'on nomme *deniers*; & ſi l'argent eſt abſolument fin & ne contient aucun alliage, alors les douze parties de la maſſe ſont toutes d'argent pur; & cet argent ſe nomme de l'argent à douze deniers. S'il y a dans la maſſe d'argent un douzième d'alliage, elle ne contient par conſéquent, dans ce cas, qu'onze parties d'argent pur; & cet argent ſe nomme de l'argent à onze deniers, & ainſi de ſuite.

Pour être en état d'exprimer d'une manière plus préciſe le titre de l'argent, chaque denier ſe ſubdiviſe en vingt-quatre parties égales, qu'on nomme *grains*, & qui ne ſont pas, comme on le voit, des grains de poids de marc, mais des parties ou fractions du denier, des grains fictifs par conſéquent, comme le denier eſt lui-même un poids imaginaire.

Il faut obſerver, au ſujet de ces deniers, que les eſſayeurs nomment auſſi denier un

poids de vingt-quatre grains réels, ou le tiers d'un gros. Mais les grains du denier de fin ſont fictifs & proportionnels, de même que ce denier, & ſe nomment *grains de fin*.

Du karat.

Le poids fictif pour déterminer le titre de l'or, eſt différent de celui de l'argent, & ſe nomme *karat*. Une maſſe quelconque d'or, ſuppoſée parfaitement pur, ſe diviſe idéalement en vingt-quatre parties ou karats : cet or pur eſt par conſéquent de l'or à vingt-quatre karats. S'il contient un vingt-quatrième de ſon poids d'alliage, il n'eſt qu'à vingt-trois karats, & ainſi de ſuite.

Pour la plus grande préciſion, le karat de l'or ſe diviſe en trente-deux parties, qui n'ont d'autre nom que celui de *trente-deuxièmes de karat*. Ces trente-deuxièmes ſont des poids proportionnels & relatifs, comme le karat lui-même.

En France, le poids réel ou de *ſemelle* qui eſt ordonné pour l'or, eſt de vingt-quatre grains poids de marc. Ce poids repréſente par conſéquent, ou plutôt réaliſe les vingt-quatre karats ; chaque karat devient par-là un grain réel ; chaque trente-deuxième de

karat devient un trente-deuxième de grain.

On tolère cependant que les eſſayeurs ne prennent que douze grains & même ſix, pour leur poids de ſemelle; mais la juſteſſe & la ſenſibilité de leurs balances doivent être bien plus grandes pour des poids auſſi petits que ceux des fractions d'un poids principal de ſemelle, qui eſt lui-même ſi petit.

Nota. Le poids de ſemelle pour l'argent eſt auſſi de vingt-quatre grains poids de marc: chaque denier eſt donc de deux grains réels, & chaque grain fictif ſe trouve par conſéquent équivaloir à un douzième de grain.

CHAPITRE IV.

Des ſubſtances métalliques.

SECTION PREMIÈRE.

Propriétés générales des ſubſtances métalliques.

JE comprends ici ſous le nom général de métal, non ſeulement les métaux proprement dits, mais encore les demi-métaux, qui tous ont les propriétés métalliques eſſentielles.

Les ſubſtances métalliques forment une claſſe de corps peu nombreuſe, de la plus grande

importance dans le Arts, dans la Chimie, dans preſque tous les uſages de la vie. Ces ſubſtances ont des propriétés très-marquées, par leſquelles elles diffèrent totalement de tous les autres corps de la nature.

Ces propriétés qui caractériſent les métaux, ſont,

1°. Leur peſanteur ſpécifique, qui eſt beaucoup plus conſidérable que celle d'aucun autre corps, même des terres & des pierres, qui ſont les ſubſtances naturelles les plus peſantes après elles. Un pied cube de marbre pèſe deux cent cinquante-deux livres; un pied cube d'étain, le plus léger des métaux, pèſe cinq cent ſeize livres; un pied cube d'or pèſe treize cent quarante-huit livres une once & quarante-huit grains.

2°. Leur brillant métallique, qui eſt différent du brillant de tout autre corps, & qui leur donne la propriété de réfléchir infiniment plus de rayons de lumière que ne le peut faire aucun autre: de là vient que les métaux dont les ſurfaces ſont polies, forment des miroirs qui repréſentent les images d'une manière infiniment plus vive que toute autre matière; & de là vient que les miroirs de glace ne produiſent leur effet qu'autant qu'ils

ſont étamés : ainſi, les miroirs de glace ne ſont, dans la réalité, que des miroirs métalliques.

3°. Leur opacité, qui eſt ſi parfaite, que, ſi mince que ſoit une lame de métal, on ne voit jamais le jour à travers.

4°. Leur denſité, qui eſt la cauſe de leur peſanteur & de leur opacité, comme leur brillant dérive de la réunion de cette dernière propriété avec la première.

5°. Leur dureté, qui eſt moindre que celle des pierres vitrifiables.

6°. Leur malléabilité, genre de ductilité qui leur eſt particulier, & en vertu duquel ils cèdent à l'action du marteau.

7°. Leur ténacité, qui eſt plus grande que celle d'aucun autre corps.

8°. Enfin leur fuſibilité, qui eſt infiniment plus grande que celle des terres & des pierres, ſi on en excepte la platine.

Toutes les ſubſtances métalliques ſont ſolubles immédiatement par les acides ; mais ces derniers ne les diſſolvent pas toutes indifféremment ; au contraire, chacune d'elles ſemble avoir parmi eux ſon diſſolvant propre.

Les métaux s'uniſſent tous en général les uns avec les autres, & forment différens

que ne fait aucun corps d'un autre genre ; il demeurera toujours vrai que, ſi elles en ſont privées, elles ſont au moins ſuſceptibles de les acquérir, & conſéquemment que ces propriétés appartiennent aux ſubſtances métalliques en général. Le zinc, par exemple, eſt un demi-métal qui n'eſt point malléable ; il le devient par ſes combinaiſons avec le cuivre, qui forment le laiton & les ſimilors : le régule d'antimoine, le biſmuth, alliés à l'étain, n'enlèvent point à ce métal ſa ductilité. Au contraire, l'or & l'argent, qui ſont les plus malléables des métaux, perdent de cette qualité lors même qu'on les allie entre eux.

On pourroit en dire autant du ſon : quelques ſubſtances métalliques ſont ſonores, & d'autres ne le ſont point, mais ſont ſuſceptibles de le devenir par leurs alliages.

Il n'en eſt pas de même de la fixité ; quelques-unes ſont abſolument fixes & indeſtructibles au feu le plus violent ; d'autres y perdent une partie de leur phlogiſtique, s'y calcinent, & ont néanmoins un certain degré de fixité ; d'autres enfin perdent auſſi leur phlogiſtique lorſqu'on les expoſe au feu à l'air libre, & ſe volatiliſent ſi on les y expoſe dans de

ce qu'ils ne ſont point indeſtructibles, qu'ils perdent leur phlogiſtique, & ſe réduiſent en chaux lorſqu'on les tient expoſés au feu à l'air libre; ce qui les a fait nommer métaux imparfaits.

On compte quatre de ces métaux, le cuivre, le fer, l'étain, & le plomb.

3°. Les demi-métaux ont bien la peſanteur, l'opacité, la fuſibilité des autres ſubſtances métalliques; mais ils ne ſont point malléables, & ſont volatils. Demi-métaux.

Les demi-métaux ſont au nombre de cinq; ſavoir, le régule d'antimoine, le régule d'arſenic, le biſmuth, le zinc, le cobalt.

On a découvert depuis peu deux nouvelles ſubſtances demi-métalliques, le nickel & le régule de manganèſe; mais on n'eſt pas encore bien aſſuré ſi ce ſont vraiment deux demi-métaux particuliers, ou ſi ce ne ſont pas plutôt des alliages métalliques.

Toutes les ſubſtances métalliques prennent, lorſqu'elles ſont en fuſion, une forme convexe, & criſtalliſent ſous des figures régulières & conſtantes, par le refroidiſſement.

Pesé à la balance hydrostatique, il perd entre un huitième & un neuvième de son poids.

Il a une saveur & une odeur très-marquées, & désagréables.

Il est de très-difficile fusion, & demande, pour être bien fondu, un degré de chaleur violent, & capable de le faire rougir à blanc.

Exposé à l'action du feu à l'air libre, il fume, se brûle, se détruit, & se calcine. Il communique à la flamme de belles couleurs vertes & bleues.

Le nitre le calcine très-bien, mais sans beaucoup de détonation.

Le soufre & le foie de soufre ont beaucoup d'action sur lui.

Le cuivre reçoit une grande altération de l'action combinée de l'air & de l'eau; il se couvre d'une rouille verte, qu'on nomme vert de gris, & qui est du cuivre en partie décomposé, privé d'une partie de son phlogistique.

Tous les acides le dissolvent facilement, & toutes les dissolutions de ce métal sont bleues ou vertes.

Les alkalis fixes & volatils, & toutes les

ſubſtances ſalines, ainſi que toutes les ſubſtances huileuſes, le diſſolvent.

Quelques ſubſtances métalliques ont plus d'affinité que lui avec les acides, & le précipitent de ſes diſſolutions : le fera principalement cette propriété.

Enfin le cuivre s'allie, par la fuſion, avec tous les métaux & demi-métaux.

De l'étain.

L'étain eſt un métal d'une couleur blanche, approchante de celle de l'argent, mais plus ſombre & un peu moins blanche.

Il eſt, après le plomb, le plus mou, le moins élaſtique, & le moins ſonore des métaux.

Il perd dans l'eau un ſeptième de ſon poids.

Il a, comme tous les métaux imparfaits, de la ſaveur & de l'odeur.

Il eſt beaucoup moins ductile que les métaux plus durs que lui; il l'eſt cependant aſſez pour s'étendre en feuilles très-minces.

L'étain eſt très-fuſible, & ſe fond beaucoup avant de rougir.

Expoſé

Exposé au feu à l'air libre, il se fond, & il se forme à sa surface, tant qu'il est fondu, une poudre grise, qui est une vraie chaux d'étain, connue dans les Arts sous le nom de cendre d'étain. Cette chaux perd, par la calcination, de plus en plus son phlogistique, & acquiert une couleur d'autant plus blanche qu'elle a été plus calcinée. On la nomme alors potée d'étain. La potée d'étain acquiert une dureté si considérable, qu'elle est en état de polir les métaux & les pierres précieuses.

Cette chaux d'étain est une des substances les plus réfractaires; elle n'est point vitrifiée par celle de plomb, comme on le voit par l'émail blanc, dans la composition duquel elle entre, & qui lui doit sa couleur.

Le nitre projeté sur l'étain en fusion & un peu rouge, détone avec une flamme vive; l'étain se trouve réduit en une chaux très-blanche.

Le soufre s'unit très-bien à l'étain par la fusion; il résulte de ce mélange une masse aigre & cassante, de plus difficile fusion que l'étain pur.

L'étain reçoit moins d'altération de l'action combinée de l'air & de l'eau, que n'en reçoit le cuivre. Sa surface se ternit à la vérité,

promptement à l'air ; m
légère qui s'y forme, r
cielle, & ne fait pas le
celle du cuivre.

Tous les acides diſſo
l'acide marin eſt celui
plus de facilité : l'étai
nité avec cet acide, q
autres ſubſtances métal
avec le ſublimé corro
s'empare de l'acide m
ſépare le mercure.

L'étain s'allie, par
ſubſtances métalliques
& leur fait perdre leu
en partie, ſuivant les p
y a de plus remarquabl
les métaux les plus
& l'argent, ſont ceux
plus facilement la du
d'étain, la vapeur m
capable d'aigrir & de
quantité d'or conſidér

Du

Le fer eſt le plus d
le plus élaſtique, le
après la platine.

Il eſt le plus léger après l'étain ; il perd dans l'eau entre un ſeptième & un huitième de ſon poids.

Le fer eſt aſſez ductile pour être tiré en fils auſſi fins que des cheveux.

Ce métal eſt de très-difficile fuſion.

Expoſé au feu avec le contact de l'air, ſon phlogiſtique ſe brûle ; il laiſſe même paroître, ſi on le chauffe juſqu'au rouge blanc, une flamme très-lumineuſe ; il ſe détruit & ſe réduit en chaux de différentes couleurs, depuis le noir juſqu'au rouge de carmin.

Le fer détone avec le nitre, & produit des étincelles vives & brillantes. Après cette détonation, le fer eſt calciné & privé de ſon phlogiſtique.

L'action combinée de l'air & de l'eau convertir promptement ſa ſurface en une rouille ou chaux privée de preſque tout ſon phlogiſtique : cette rouille le pénètre, le ronge, & le détruit entièrement avec le temps.

Tous les acides le diſſolvent : ſa diſſolution par l'acide vitriolique fournit, par évaporation & refroidiſſement, le ſel connu ſous le nom de vitriol vert, vitriol de mars, couperoſe verte.

Ce métal s'allie à toutes les ſubſtances

Le feu ne lui occaſionne aucune altération ; il n'éprouve aucun changement par une chaleur qui n'excède point celle de l'eau bouillante ; il ſe forme ſeulement à ſa ſurface un peu de poudre griſe, qui n'a beſoin que d'une ſimple trituration pour reparoître ſous ſa forme de mercure coulant. Si on l'expoſe à un degré de chaleur ſupérieur, & à peu près double de celui de l'eau bouillante, alors il ſe réduit en vapeurs & ſe diſſipe ; mais ſans qu'il ait éprouvé la moindre altération. Boerrhaave en a diſtillé une certaine quantité cinq cents fois, ſans qu'il ait ſubi le moindre changement. Si on ne donne que le juſte degré de feu qu'il peut ſupporter ſans ſe volatiliſer, alors il ſe change en une poudre rouge.

On ſe ſert avantageuſement, comme nous le verrons, de la volatilité du mercure, pour le ſéparer de l'or & de l'argent, avec leſquels on l'a amalgamé pour divers uſages.

Ce métal n'éprouve aucune altération par l'action combinée de l'air & de l'eau ; il ne ſe couvre d'aucune rouille ; mais ſa ſurface ſe charge juſqu'à un certain point de l'humidité de l'air : lorſqu'il y reſte expoſé quelque temps, il s'humecte ; & ſi on le fait couler

biſmuth, de manière qu'il en réſulte un amalgame qui a toute la fluidité du mercure, & qui paſſe à travers le chamois & les linges les plus ſerrés; on peut l'allier ainſi à la moitié de ſon poids de plomb: on abuſe quelquefois de cette propriété, pour le falſifier. Mais le mercure ainſi altéré eſt aiſé à reconnoître par ſa peſanteur ſpécifique, qui eſt moindre que lorſqu'il eſt pur; à ce qu'il fait la queue, & qu'il noircit les doigts

Mercure falſifié.

Le mercure, comme tous les autres corps volatils, ſurmonte avec exploſion les obſtacles les plus forts, lorſque ſes vapeurs n'ont pas la liberté de s'échapper ou de ſe condenſer quand il eſt échauffé. Il fait encore exploſion comme l'eau, lorſqu'on le jette ſur les métaux en fuſion, parce qu'il entre alors ſubitement en expanſion dans toute ſa maſſe.

Lorſque le mercure eſt ſali par la pouſſière, on le paſſe à travers un linge ſerré ou une peau de chamois.

Lorſqu'il eſt altéré par le mélange de quelques ſubſtances métalliques, ſi elles ſont en petite quantité, on le triture avec le ſel marin & le vinaigre, qui diſſolvent les ſubſtances métalliques; mais ſi elles y ſont en grande

couleur jaune qui paſſe par diverſes nuances juſqu'au rouge.

La chaux d'étain eſt, comme nous l'avons vu, une des ſubſtances les plus réfractaires; celle de plomb au contraire eſt, de toutes les chaux métalliques, la plus fuſible, celle qui ſe change le plus facilement en verre. Ce verre eſt ſi fluide & ſi actif, qu'il s'échappe, comme l'eau, à travers les creuſets le plus compacts. Le plomb, en ſe vitrifiant ainſi, vitrifie avec lui toutes les chaux des métaux imparfaits & des demi-métaux, celle d'étain ſeule exceptée, & les entraîne avec lui à travers les pores des creuſets : c'eſt ſur cette propriété qu'eſt fondé l'art de la coupellation.

Le plomb ſe ternit promptement par l'action combinée de l'air & de l'eau ; il ſe forme à ſa ſurface une petite rouille griſe & fort légère, qui le décompoſe & le détruit, moins promptement cependant que le cuivre & le fer ne ſont ainſi détruits par leur rouille.

Tous les acides le diſſolvent ; il préſente avec eux des phénomènes aſſez ſemblables à ceux que nous verrons que préſente l'argent, traité avec les mêmes acides.

Il s'allie avec toutes les ſubſtances métal-

liques, le fer ſeul excepté, avec lequel il refuſe opiniâtrement tout alliage.

Enfin il s'unit facilement au ſoufre par la fuſion, & il détone avec le nitre.

Argent dans le plomb. Le plomb eſt rarement pur; il contient ordinairement de l'argent; ce qui rend quelquefois les eſſais infideles, comme je le dirai en traitant de l'eſſai.

Cuivre dans le plomb. Je démontrerai auſſi, en traitant de la révivification de l'argent de la lune cornée, qu'il n'y a point de plomb qui ne contienne plus ou moins de cuivre.

Avantage du biſmuth ſur le plomb, pour l'eſſai. Ce défaut de pureté du plomb a fait préférer le biſmuth à ce métal par pluſieurs Chimiſtes; le biſmuth, en effet, jouit de toutes les propriétés qui rendent le plomb propre à l'eſſai & affinage de l'argent & de l'or, & il a ſur lui l'avantage d'être plus pur, de n'être point altéré par le mélange de l'argent (1)

(1) M. Sage, dans ſon Art d'eſſayer l'or & l'argent, dit qu'il a retiré un gros vingt-quatre grains d'argent par quintal de régule de biſmuth qu'il a eſſayé : mais cette quantité eſt ſi petite, qu'elle ne ſauroit influer en rien ſur la juſteſſe des eſſais. Le biſmuth que M. Sage a eſſayé ne contient preſque pas plus d'argent que le plomb le plus pauvre, appelé plomb gueux : ce demi-métal l'emporte ſur le plomb, en ce qu'il ne contient pas de cuivre.

ou du cuivre ; il paroît donc plus propre que ce métal ; au moins aux expériences délicates où il s'agit de déterminer préciſément les degrés de fin d'une maſſe d'or ou d'argent, & d'obtenir ces métaux parfaits, ſcrupuleuſement exempts de l'alliage du cuivre.

Du régule d'antimoine, & de l'antimoine.

Comme l'antimoine ſert à la purification de l'or, je ne puis me diſpenſer de faire connoître ſes principales propriétés, ou plutôt celles de ſa partie métallique, de ſon régule.

Le régule d'antimoine eſt un demi-métal de couleur blanche brillante, diſpoſé par lames appliquées les unes ſur les autres.

Ce demi-métal eſt médiocrement dur, n'a, comme tous les demi-métaux, aucune ductilité, & ſe briſe en fragmens ſous les coups du marteau.

Il ſe fond à une chaleur très-modérée, & auſſi-tôt qu'il commence à rougir.

Si on le chauffe modérément, il ſe calcine & ſe convertit en une chaux d'abord griſe, & qui paſſe, par diverſes nuances, juſqu'au blanc.

Mais ſi on le chauffe fortement, il fume & ſe diſſipe en vapeurs, parce qu'il eſt demi-

De la platine.

La platine tire ſon nom du mot eſpagnol *platina*, qui ſignifie, en françois, petit argent : comme elle a beaucoup de propriétés communes avec l'or, on la nomme auſſi *or blanc*.

C'eſt dans les mines d'or de l'Amérique Eſpagnole, & en particulier dans celles de Santafé, près de Carthagène, qu'on a trouvé la platine.

Ce métal ſe trouve dans les mines en petits grains anguleux, dont les angles ſont un peu arrondis, d'une couleur métallique blanche, livide, aſſez peu éclatante, qui tient du blanc de l'argent & du gris du fer; en ſorte qu'au premier coup-d'œil elle reſſemble aſſez à de la groſſe limaille de fer : ces grains ſont aſſez liſſes, & doux au toucher, ductiles pour la plupart.

La platine égale preſque l'or en peſanteur ſpécifique; comme lui, elle n'a aucune ſaveur ni odeur; elle n'éprouve aucune altération de l'action combinée de l'air & de l'eau, & ne ſe rouille pas; elle eſt indeſtructible par l'action long-temps continuée du

SECTION IV.

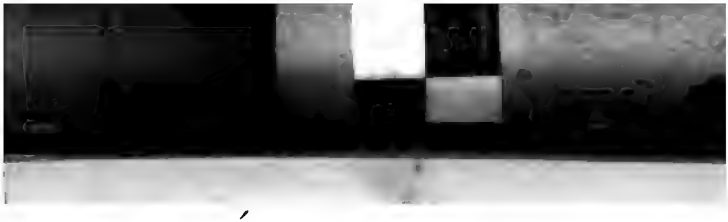
De la ſoudure.

On nomme ſoudure, un alliage métallique, & quelquefois un métal très-fuſible, au moyen duquel on joint, d'une manière ſolide, des pièces métalliques les unes avec les autres.

Tout l'art de ſouder eſt fondé, 1°. ſur le principe général que nous avons poſé, qu'il n'y a que les ſubſtances métalliques, & dans leur état de plus parfaite métalléité, qui puiſſent s'unir complètement entr'elles ; & l'on en peut déduire facilement la raiſon de toutes les pratiques des différentes eſpèces de ſoudure.

2°. Comme le métal à ſouder ne doit pas être fondu, & qu'il faut qu'il y ait fuſion au moins d'une des ſubſtances métalliques qu'on veut unir, il faut néceſſairement que le métal ou l'alliage métallique qui doit ſervir de ſoudure, ſoit plus fuſible que le métal à ſouder.

3°. Nous venons de voir dans la ſection précédente, que l'alliage augmente beaucoup la fuſibilité des ſubſtances métalliques : c'eſt à cette propriété que ſont dues toutes les ſoudures qu'on emploie dans l'Orfévrerie. La ſoudure de l'or eſt un alliage d'or & d'argent, Soudure de l'or & de l'argent.



leur fusion, comme l'or, par exemple, & d'ajouter le mercure dans ce métal fondu, à dessein de l'amalgamer, parce que, non seulement le mercure se dissiperoit pour la plus grande partie en vapeurs, avant de s'être uni au métal, mais encore parce qu'il y auroit danger d'explosion de sa part, pour les raisons que j'ai exposées au mot mercure, dans la seconde section de ce chapitre, page 132.

L'amalgame à froid est en usage dans l'Orfévrerie pour séparer l'or & l'argent des matières pierreuses ou terreuses dans lesquelles ils sont mêlés, lorsqu'on fait la lavure : il sert aussi quelquefois pour dorer ou argenter ; mais on préfère pour l'ordinaire l'amalgame à chaud pour ces dernières opérations.

Je crois m'être assez étendu, dans ces quatre chapitres, sur tout ce qu'il est nécessaire de connoître pour bien entendre la théorie des opérations dont j'ai à rendre compte ; & au moyen de ces préliminaires, j'espère que rien n'étant dans le cas d'arrêter la marche de mes explications, elles en seront d'autant plus faciles à saisir : c'est au moins dans cette vue que j'ai embrassé ce plan.

CHAPITRE V.

De l'or.

L'OR eſt le plus parfait de tous les métaux.

Lorſqu'il eſt bien pur, il n'a ni ſaveur ni odeur.

Peſanteur ſpécifique de l'or. Il eſt le plus peſant de tous les corps connus ; il ne perd dans l'eau que d'un dix-neuvième à un vingtième de ſon poids. Un pied cube d'or pèſe treize cent quarante-huit livres une once & quarante-huit grains.

Sa dureté. Sa dureté eſt moyenne entre celle des métaux durs & celle des métaux mous.

Sa ductilité. Sa ductilité ſurpaſſe celle de tous les autres métaux ; une once d'or peut dorer & recouvrir un fil d'argent de quatre cent quarante-quatre lieues. Boerrhaave rapporte, d'après Caſſius, qu'un artiſan d'Auſbourg a eu l'adreſſe de tirer d'un ſeul grain d'or un fil de cinq cents pieds (1). L'art du Batteur d'or fournit

(1) On lit, dans les Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, année 1713, qu'une once de ce métal peut être tirée à la filière en un million quatre-

encore une nouvelle preuve de la prodigieuſe ductilité de ce métal : une once d'or peut, étant réduite en feuilles par cet artiſan, couvrir un eſpace de ſeize cents pieds trois pouces & une ligne carrés.

La ténacité de l'or eſt auſſi plus grande que celle de tout autre métal. Un fil d'or d'un dixième de pouce de diamètre, ſoutient un poids de cinq cents livres avant de ſe rompre. Sa ténacité.

Lorſqu'on le bat à froid pendant un certain temps, ou qu'il a été violemment comprimé dans une filière, il perd de ſa ductilité, acquiert de la roideur, de l'élaſticité ; il s'écrouit enfin. On lui rend ſa première ductilité par le recuit, qui conſiſte à le faire rougir & le laiſſer refroidir de lui-même. Son écrouiſſement.

L'or ne reçoit aucune altération de l'action de l'air, de celle de l'eau, ni de celle combinée de ces deux élémens, ni enfin d'aucune des exhalaiſons qui flottent ordinairement dans l'atmoſphère. Il eſt aiſé de le remarquer par les dorures des édifices publics, Son inaltérabilité à l'air.

---

vingt-quinze mille pieds de long ; c'eſt-à-dire, en un fil de ſoixante-treize lieues de longueur, à deux mille cinq cents toiſes la lieue.

eſſentiel dans la fuſion de l'or : s'il n'eſt que préciſément mis en fuſion, il ſe trouve toujours caſſant. Une augmentation de chaleur conſidérable au delà de ce point, eſt néceſſaire pour lui donner toute ſa malléabilité. Lorſqu'on a obtenu cette fluidité néceſſaire, il ne faut que verſer ce métal dans une lingotière froide, pour le rendre auſſi caſſant que s'il n'eût pas eu d'abord un degré de chaleur ſuffiſant. On a communément attribué cette qualité caſſante à d'autres cauſes : la plupart des Chimiſtes ont écrit qu'un morceau de charbon qui tombe ſur l'or en fuſion, ſuffit pour le rendre caſſant ; mais il paroît que c'eſt une erreur. Dans la monnoie royale de Suède, on eſt dans l'uſage de couvrir toujours l'or de charbon en le fondant, & cependant il conſerve en entier la malléabilité qu'il avoit auparavant.

Aſſemblage de l'or.

Quand l'or eſt diviſé en petites parties, comme en limaille, quoique les particules ſoient amenées enſuite à un état de fluidité parfaite, elles ne ſe réuniſſent pas aiſément en une ſeule maſſe, & il y en a ſouvent beaucoup qui reſtent ſous la forme de globules ſéparés. On juge que cet effet eſt cauſé par de petits atomes de pouſſière ou autres

SECTION PREMIÈRE.

Des moyens de diſſoudre l'or, & de le ſéparer enſuite de ſon diſſolvant.

L'or n'eſt attaqué par aucun acide ſimple; mais il cède à l'action diſſolvante du mélange de l'acide marin & de l'acide nitreux: cet acide mixte, qui eſt le vrai diſſolvant de l'or, porte le nom d'eau régale; il peut ſe préparer de pluſieurs manières.

Compoſition de l'eau régale.

1°. En mêlant deux parties d'acide nitreux ou eau-forte avec une partie d'acide marin ou eſprit de ſel; on a remarqué que ces proportions ſont celles qui réuſſiſſent le mieux pour opérer la diſſolution de l'or.

2°. En diſſolvant une partie de ſel marin dans quatre parties d'acide nitreux.

3°. Enfin en diſſolvant une partie de ſel ammoniac dans quatre parties d'acide nitreux. Cette dernière méthode de compoſer l'eau régale eſt la plus uſitée, la ſeule généralement connue des Orfévres.

Toutes ces eaux régales diſſolvent l'or avec effervescence: on les fait chauffer pour accélérer la diſſolution.

Diſſolution de l'or.

La diſſolution de l'or par l'eau régale eſt

Mais ſi l'on vouloit obtenir l'or abſolument pur, alors il faudroit verſer dans ſa diſſolution une ſuffiſante quantité de diſſolution de plomb par l'acide nitreux. Ces deux métaux ſe précipitent enſemble; le plomb eſt précipité par l'acide marin de l'eau régale, & l'or, parce qu'il ne peut ſe tenir en diſſolution dans l'acide nitreux ſeul. En tenant enſuite cet alliage en fuſion un temps ſuffiſant, le plomb ſe ſcorifie, & laiſſe l'or abſolument pur. Je ne connois pas d'opération qui donne de l'or plus pur que celle-ci; je l'ai répétée pluſieurs fois dans mes Cours, & elle m'a toujours fourni de l'or à vingt-quatre karats.

Moyen d'obtenir l'or le plus pur.

Le fer diſſout par l'acide vitriolique ou le vitriol vert, la couperoſe verte, diſſoute dans l'eau, précipitent l'or ſous la forme d'une poudre d'un rouge brun obſcur, à cauſe du fer qui ſe précipite avec lui. Comme les ſolutions vitrioliques de fer ne précipitent de l'eau régale aucune ſubſtance métallique connue, excepté l'or, cette expérience fournit une méthode très-commode pour le reconnoître.

Moyen de reconnoître l'or dans toute diſſolution.

Les alkalis fixe & volatil, & les terres abſorbantes précipitent l'or de ſa diſſolution: cette

précipitation a lieu,
acides de l'eau régal
avec ces ſubſtances ſali
n'en ont avec l'or,
pour s'unir avec elles

Or fulminant. Il y a une obſerv
ſur la précipitation d
& volatil ; c'eſt que, ſ
poſée avec le ſel amr
s'en fera par l'alkali
le même effet aura
l'alkali volatil, l'or.
gale, préparée, ſoit p
marin & nitreux, ſoi
dans ce dernier acid

L'exploſion de l'or
lente que celle de to
tière connue : elle ſe
de chaleur que celle
exploſible ; il ſuffit n
fièrement dans un m
exploſion. On a épro
d'or fulminant agiſſe
que pluſieurs onces

Cet expoſé ſuffit p
bilité de fondre ce
degré de chaleur ; i

capable de tout renverſer : on ne peut ſe faire d'idée des effets terribles que produiroit la détonation d'une once d'or fulminant.

On ne doit donc jamais ſe ſervir des alkalis fixe & volatil pour raſſembler l'or, ſans faire la plus ſérieuſe attention à ce que je viens de détailler; le plus ſûr, pour des perſonnes qui ne ſont point aſſez familières avec la théorie chimique de cette expérience, c'eſt de raſſembler l'or par le moyen de la lame ou plaque de cuivre : la quantité de ce dernier métal qui ſe précipite avec lui, eſt trop petite pour mériter attention ; cela eſt ſi vrai, qu'on eſt obligé de lui ajouter encore pour le mettre au titre de l'ordonnance.

Moyen d'en lever à l'o fulminant l propriété d détoner.

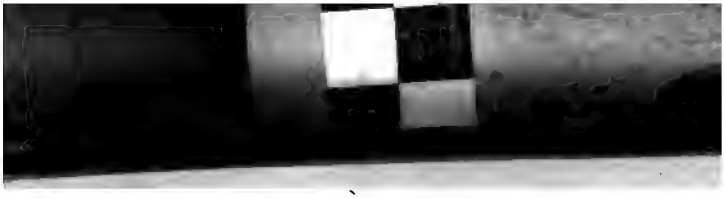
On enlève à l'or la propriété fulminante, ſoit en le faiſant digérer dans une liqueur alkaline ou dans l'acide vitriolique, ſoit en le mêlant avec le ſoufre, & faiſant brûler lentement ce dernier : mais cette expérience eſt très-dangereuſe ; il vaut mieux le décompoſer par les deux premiers moyens.

ſuſceptible de perdre ſa ductilité par la vapeur du charbon; ce à quoi il eſt très-ſujet.

L'or facilite la fuſion du fer; ce qui a fait dire à M. Gellert, que l'or vaudroit mieux que le cuivre pour ſouder les petits ouvrages de fer ou d'acier. L'alliage du fer & de l'or eſt plus léger qu'il ne ſembleroit devoir l'être. Avec le fer.

Les propriétés de l'argent & du cuivre, relativement à l'or, ont rendu ſon alliage avec ces métaux d'un très-grand uſage dans l'Orfévrerie, parce qu'il rend les ouvrages qu'on en fait plus fermes & plus propres à être travaillés; & dans la monnoie pour la même raiſon, & de plus, pour les droits du Prince, & pour payer les frais de la fabrique de la monnoie.

La propriété qu'a le cuivre de rehauſſer la couleur de l'or, tandis qu'au contraire l'argent l'affoiblit, a fait abandonner preſque abſolument l'alliage de ce dernier métal avec l'or. Il eſt cependant des cas où on ne peut ſe diſpenſer d'allier l'or ſur l'argent, ou, comme diſent quelquefois les Orfévres, ſur le blanc: c'eſt ainſi, par exemple, que doit être l'or deſtiné à être émaillé; s'il eſt allié ſur le rouge, c'eſt-à-dire, ſur le cuivre, les bords,



rentes proportions des métaux dont on l'allie d'ordinaire, & on en fait des eſpèces d'aiguilles, pour ſervir de pièces de comparaiſons, qu'on nomme des touchaux. Après avoir nettoyé le morceau d'or qu'on veut examiner, on fait une marque ſur la pierre de touche avec cet or, & une autre tout auprès avec celle des aiguilles qui paroît en approcher davantage. Si la couleur des deux touches eſt la même, on juge que la maſſe donnée eſt de la même fineſſe que l'aiguille.

Le grand excès de peſanteur ſpécifique de l'or, au-deſſus de celle des métaux auxquels on l'allie, fournit encore une méthode de juger la quantité d'alliage qu'il y a dans un mélange donné : mais nous avons vu que la peſanteur des métaux alliés ne s'accorde pas toujours avec les règles que les proportions du mélange ſemblent indiquer ; ce qui fait que cette méthode ne peut pas ſervir à les déterminer avec préciſion.

On reconnoît juſqu'à un certain point la pureté de l'or allié de quelques métaux imparfaits, en le faiſant rougir ſur des charbons ardens ; il noircit plus ou moins à ſa ſurface.

Six parties de foie de ſoufre ſuffiſent pour diſſoudre par la fuſion une partie d'or, de manière à ce qu'elle puiſſe être diſſoute dans l'eau & paſſer à travers le papier.

SECTION III.

Des moyens de ſéparer l'or des ſubſtances métalliques avec leſquelles il peut être allié.

On ne parlera ici que des moyens qu'on a coutume d'employer pour affiner ainſi l'or; ils ſont tous fondés ſur les propriétés eſſentielles de ce métal.

Les opérations qu'on fait à ce ſujet ont des noms particuliers, comme ceux d'affinage par le nitre, que les Orfévres nomment ſimplement affinage;

De départ ſec, ou par la fuſion, qui ſe fait par le moyen du ſoufre, & qui eſt fondé ſur la propriété que nous avons reconnue à ce minéral de ſe joindre facilement à preſque tous les métaux, tandis qu'il ne touche point à l'or;

De purification par l'antimoine, qui eſt fondé ſur la même propriété du ſoufre;

D'affinage par le plomb, qui porte auſſi le nom d'eſſai ou de coupellation, comme

on nomme or d'eſſai o
qui a ſubi cette opérat

De départ concentré
emploie lorſque l'or ſe
l'argent en trop grande
puiſſe les ſéparer par

De départ par l'eau-
départ, qu'on pratique
l'argent, lorſqu'ils ſont
portions convenables.

Enfin, de départ inv
que la quantité de l'or
gent dans la maſſe.

De l'affinage de l

L'affinage de l'or par
la propriété qu'a ce ſel
de ſe combiner avec le
brûler & le détruire
celle de l'or, de réſiſte
que l'argent & tous
tandis qu'elle calcine
parfaits.

Procédé. Ainſi donc ſi on ſ
de l'or allié à une ou
métalliques imparfaites
mélange en état d'incan

temps ſuffiſant, ces dernières ſeront abſolument détruites, & l'or reſtera parfaitement pur, ou au moins il ne ſera plus allié qu'à l'argent ou à la platine.

Comme cet affinage s'opère rarement ſur l'or ſeul, qu'il eſt au contraire très-ordinaire de l'employer ſur ce métal allié à l'argent, ou ſur ce dernier ſeul; je remets à en donner le procédé & la théorie dans le chapitre ſuivant.

Affinage de l'or par la ſeule action du feu.

A la rigueur, l'action du feu long-temps continuée ſuffiroit pour affiner l'or; mais ce moyen ſeroit très-long: l'action du nitre eſt très-avantageuſe, en ce qu'elle accélère infiniment la purification de ce métal.

Du départ ſec.

Le départ ſec ou par la fuſion ſe fait par le moyen du ſoufre, qui a la propriété de ſe joindre facilement avec tous les métaux, tandis qu'il ne touche point à l'or.

Comme ce départ a moins été mis en pratique pour purifier l'or, qu'à deſſein de le ſéparer d'avec l'argent; je remets au chapitre ſuivant à en donner le procédé.

d'or d'avec les ſcories qui le recouvrent.

Ce régule eſt d'autant moins jaune, que l'or étoit plus allié.

Au lieu de verſer la matière en fuſion dans un cône de fer, on peut, ſi l'on eſt bien aſſuré que le creuſet ſoit bon, le retirer du feu, le poſer ſur le carreau, & l'y laiſſer refroidir.

La plupart de ceux qui ont traité de cette opération, ont dit qu'une ſeule fonte ne ſuffit pas ordinairement pour débarraſſer l'or de tout ſon alliage, qu'il faut le refondre de la matière, avec la même quantité d'antimoine, une ſeconde & même une troiſième fois, ſi l'or étoit fort allié. Je puis aſſurer, d'après des expériences réitérées, qu'en conduiſant bien l'opération, on peut en une ſeule fonte, & avec la doſe d'antimoine preſcrite ci-deſſus, débarraſſer abſolument l'or de tous les métaux qui altèrent ſa pureté. Remarque

Pour bien entendre ceci, il faut ſavoir, 1°. que cette purification de l'or eſt fondée, d'une part, ſur ce que ce métal ne peut s'unir avec le ſoufre, tandis que tous les autres, à l'exception cependant de la platine & du zinc, s'uniſſent à ce minéral; & d'une autre part, que tous les métaux ou

les vingt-quatre qui conſtituent ſa maſſe, il en réſultera qu'il faudra ajouter au plus huit à dix vingt-quatrièmes de ſoufre, conſéquemment ſeize à vingt d'antimoine; ce qui ne fait pas ſon poids égal; or on y en ajoute le double: ce n'eſt donc pas faute de ſoufre que l'or ne ſe trouve pas ſuffiſamment purifié; c'eſt donc à tort qu'on recommence la fonte une ſeconde & même une troiſième fois, ajoutant à chaque fois une nouvelle doſe d'antimoine; c'eſt donc plus mal à propos encore qu'on joindroit à ce minéral une certaine quantité de ſoufre pur, comme le conſeillent quelques Auteurs; enfin ce n'eſt donc que par un vice de procédé que l'opération n'a pas tout le ſuccès qu'on a droit d'en attendre.

Vices de ce procédé.

En réfléchiſſant ſur toutes les parties du procédé ordinaire, je penſai que puiſque ce n'étoit pas au défaut de ſoufre qu'on devoit attribuer ſon incertitude (car il eſt eſſentiel de remarquer qu'il réuſſit quelquefois dès la première fonte), il ne pouvoit y avoir que le défaut de contact des ſubſtances métalliques avec ce minéral, qui pût s'oppoſer à leur ſcorification; & je crus apercevoir que le vice conſiſtoit en ce qu'on donnoit d'abord au

n'eût pas manqué de faire précipiter l'or ; je découvrois de temps en temps le creuſet, pour reconnoître ce qui ſe paſſoit dans ſon intérieur : j'obſervai que la matière, après avoir été pendant quelques minutes dans une fonte aſſez tranquille, ſe bourſouffla & bouillonna légèrement, ou, pour parler le langage de l'art, fit une légère efferveſcence qui dura environ un demi-quart d'heure : à chaque fois que je découvrois le creuſet, le ſoufre s'allumoit ; mais il s'éteignoit dès que je l'avois recouvert. Dès que ce phénomène eut ceſſé, après avoir bien exactement fermé le creuſet, je le recouvris entièrement de charbon ; je fermai la porte de la chappe, ouvris entièrement celle du cendrier, afin de donner un bon coup de feu, capable de faire entrer toute la matière en bonne fonte liquide. Après avoir ainſi ſoutenu le feu un quart d'heure, je le ſupprimai, en bouchant très-exactement le cendrier, & couvrant d'un tuileau le bout de tuyau qui termine la chappe. Lorſque le feu fut abſolument éteint, & le fourneau ſuffiſamment refroidi, c'eſt-à-dire, au bout d'une bonne heure, je retirai le creuſet, & après l'avoir caſſé, j'y trouvai, comme dans le procédé précédent, un culot d'or allié de

ſe purifie, il exige plus de chaleur pour ſe tenir en fuſion; ce qui oblige à augmenter un peu le feu vers la fin de l'opération : lorſqu'il ne reſte plus qu'une petite quantité de régule, comme il eſt alors beaucoup plus recouvert par l'or & défendu de l'action de l'air, il lui faut auſſi une chaleur beaucoup plus forte pour qu'il continue à s'évaporer; on voit même ceſſer entièrement la fumée du régule d'antimoine ſur la fin de l'opération, quoiqu'il y ait encore un peu de ce demi-métal uni à l'or; on achève de l'en débarraſſer par le moyen d'un peu de nitre qu'on jette dans le creuſet, & qui calcine efficacement ce qui en reſte.

Cette méthode de détruire le régule d'antimoine allié à l'or, eſt, comme on le voit, fort longue : c'eſt dans la vue de l'abréger que les Chimiſtes ont fait fondre l'or à pluſieurs repriſes, en y projetant à chaque fonte une aſſez grande quantité de nitre. On parvient à la vérité, par cette manière d'opérer, beaucoup plus proptement que par la première, à purifier l'or de l'alliage du régule d'antimoine; mais elle eſt encore vicieuſe, en ce qu'elle oblige à des fontes très-réitérées,

Vice de ce procédé.

cinquième, ou au plus un quart de ſon poids de nitre de trois cuites ; dans un creuſet que je recouvre d'un couvercle percé dans ſon milieu d'un petit trou garni d'un bouchon de terre cuite que je mets ou ôte à volonté ; je lute exactement le couvercle au creuſet ; je place ce dernier dans le fourneau de fuſion ; je l'entoure de charbons juſqu'un peu au-deſſus des matières ; je gouverne le feu, par le moyen des portes du fourneau, de manière à faire rougir médiocrement le creuſet : alors je préſente un charbon ardent au petit trou du couvercle. Si j'aperçois une lueur brillante autour de ce charbon, & que j'entende en même temps un ſifflement lèger, c'eſt une marque que l'opération va bien. Je ſoutiens le feu au même degré, juſqu'à ce que cet effet n'ait plus lieu ; alors il faut augmenter le feu aſſez pour faire entrer l'or en bonne fuſion, puis retirer le creuſet du fourneau ; & lorſqu'il eſt refroidi, on trouve

lit de nitre, puis un lit d'or, enſuite un ſecond lit de nitre, & ainſi de ſuite juſqu'à ce qu'on y ait fait entrer toutes ſes matières. Par cet arrangement, l'or ſe trouve toujours entre deux lits de nitre.

De l'affinage de l'or par le plomb, ou de la coupellation de l'or.

Comme la coupellation de l'or ne diffère en rien de celle de l'argent, je remets à en traiter dans le chapitre ſuivant.

Il en ſera de même du départ concentré, de celui par l'eau-forte, & du départ inverſé: toutes ces opérations ſont, à la vérité, des moyens de purifier l'or; mais comme elles ont auſſi pour objet ſpécial de le ſéparer de l'argent, & qu'elles ſont fondées ſur les propriétés de ce métal; j'ai cru que ſon hiſtoire devoit en précéder la deſcription; elle ne pourra que faciliter l'intelligence de leur théorie.

Des moyens de ſéparer l'étain allié à l'or.

Nous avons vu que la plus petite partie d'étain ſuffiſoit pour enlever la ductilité à l'or; auſſi a-t-on grand ſoin, dans les ateliers, d'éviter, autant qu'il eſt poſſible, le mélange de ces deux métaux: mais malgré toute l'attention qu'on peut y apporter, cet alliage ſe fait encore aſſez ſouvent. Ce qui y donne lieu ſur-tout, ce ſont les bijoux ſoudés à l'étain, qu'on fond pêle-mêle avec d'autres vieux

ouvrages en or. On a grand ſoin de les bien gratter, afin d'enlever le plus d'étain poſſible : mais cette opération ne ſuffit pas pour l'enlever totalement, & nous avons vu que la plus petite quantité prive de ductilité une maſſe d'or conſidérable.

Il ſeroit donc très-important de trouver un moyen d'enlever abſolument l'étain qui a ſervi ainſi à ſouder les bijoux en or, on éviteroit par-là le beſoin de faire des opérations longues, embarraſſantes, & diſpendieuſes, pour le ſéparer de l'or. C'eſt à quoi je ſuis parvenu de la manière ſuivante.

Premier procédé qui m'a réuſſi.

Après avoir enlevé à l'outil tout ce que j'ai pu détacher d'étain, j'ai ſtratifié enſuite l'or avec du nitre ; je l'ai fait rougir obſcurément : l'étain, comme très-fuſible, a quitté l'or, & a été détruit par la détonation du nitre. L'or ainſi préparé a été fondu avec de l'or pur, & n'en a pas altéré la ductilité.

Mais comme, malgré toutes les précautions imaginables, il eſt poſſible qu'il ſe trouve de l'étain uni à une maſſe d'or, par un de ces accidens contre leſquels on ne peut pas être en garde ; il eſt bon de connoître les moyens d'en opérer la ſéparation abſolue.

Procédés ordinaires.

Ceux qu'on a coutume d'employer, con-

ſiſtent à projeter ſur l'or fondu, du nitre ou du borax, ou enfin du ſublimé corroſif: la coupellation eſt reconnue comme inſuffiſante; nous en verrons la raiſon en traitant de cette opération: le départ ne réuſſit pas non plus, pour les cauſes que j'expliquerai lorſque j'en donnerai la théorie. Il faut donc avoir recours à un autre procédé; & c'eſt ce que j'ai fait avec ſuccès, dans une circonſtance dont je vais rendre compte.

Remarques.

Je fus appelé chez un Orfévre qui avoit une maſſe aſſez conſidérable d'or, qu'il ne pouvoit venir à bout d'adoucir par aucun moyen. Il attribuoit, comme moi, l'aigreur de cet or à la préſence d'une partie d'étain. En vain il l'avoit fondu un grand nombre de fois, en y projetant tantôt du nitre, tantôt du borax; en vain il y avoit auſſi projeté du ſublimé corroſif; il avoit eſſayé tout auſſi inutilement la coupellation ſur toute la maſſe: l'or, à la vérité, s'étoit un peu adouci par toutes ces opérations; mais il n'étoit pas encore poſſible de le forger, il ſe fendoit & ſe gerçoit de toutes parts, aux premiers coups de marteau. Je ſavois que le départ n'eût point opéré la ſéparation complète, je ne

ſimple, très-peu diſpendieux, & très-ſûr, il mérite d'être généralement connu; je le donnerai dans le chapitre ſuivant.

Je terminerai cet article par une obſervation ſur les dangers qui accompagnent l'uſage du ſublimé corroſif. Danger d'employer le ſublimé corroſif.

J'ai dit plus haut, qu'entre autres moyens pour adoucir l'or, pour lequel j'ai été appelé, on avoit tenté d'y projeter du ſublimé corroſif: l'artiſte n'ayant pris aucune précaution pour ſe garantir des vapeurs de ce ſel, fut attaqué d'un violent mal de gorge & d'une ſalivation conſidérable, qui lui durèrent ſix jours, quoiqu'on ne négligeât aucun des remèdes indiqués, & qu'il fût auſſi-tôt ſecouru qu'attaqué. La gravité de cet accident m'a engagé à le rapporter ici, afin d'avertir les artiſtes qui croiroient devoir employer ce ſel de la même manière, qu'ils ne ſauroient trop ſe prémunir contre les funeſtes effets que produiſent ſes vapeurs.

SECTION IV.

De l'amalgame de l'or.

L'or eſt de tous les métaux celui avec lequel le mercure s'unit le plus facilement. Il

le mélange avec une verge de fer, & lorſqu'il eſt parfait, on le retire du feu ; on verſe l'amalgame dans une terrine dans laquelle on a mis de l'eau bouillante, & on le lave bien, en le pétriſſant dans les doigts.

Il faut avoir grand ſoin de ſaiſir le moment où l'or commence à ſe fondre, pour y jeter le mercure, parce que, ſi on attendoit qu'il fût totalement fondu & très-chaud, le mercure pourroit ſauter hors du creuſet avec exploſion ; ce qui occaſionneroit de la perte & du danger. Il y a un moyen certain d'éviter abſolument cet inconvénient, c'eſt de faire chauffer le mercure juſqu'à ce qu'il commence à s'élever en vapeurs. Remarques.

On doit auſſi éviter très-ſoigneuſement les vapeurs du mercure qui s'élèvent hors du creuſet pendant qu'on fait l'amalgame. Les Doreurs ſont dans l'uſage de ſe mettre une pièce d'or dans la bouche ; & comme ils l'en retirent toute blanche, ils en concluent qu'elle a retenu tout le mercure qu'ils ont aſpiré : mais c'eſt une erreur d'autant plus dangereuſe, qu'elle les met dans une ſécurité perfide ; elle ne ſert tout au plus que de preuve qu'ils en ont aſpiré. Le vrai, le ſeul moyen de ſe garantir de ces vapeurs,

commode pour enlever l'or de la ſurface de l'argent, pour dédorer l'argent par voie de diſſolution.

SECTION V.

De l'alliage de l'or avec la platine, des moyens de le reconnoître, & de ceux qu'on doit employer pour les ſéparer.

J'ai dit au mot platine, dans le chapitre précédent, que cette ſubſtance métallique jouit de toutes les propriétés de l'or; qu'elle réſiſte, comme lui, à l'action du feu, à celle du plomb; que ſon diſſolvant eſt le même; enfin qu'elle s'allie très-bien avec lui.

Dès qu'on commença à connoître ce métal, la cupidité en a auſſi-tôt abuſé; on a profité de ſes propriétés pour altérer des lingots d'or; & cet or allié, ayant ſoutenu les épreuves de l'or pur, a été mis dans le commerce & vendu comme tel.

Il étoit donc néceſſaire d'interdire l'uſage d'un métal avec lequel on pouvoit faire des fraudes ſi préjudiciables; & c'eſt ce qu'a fait la Cour d'Eſpagne, dès qu'elle a eu connoiſſance de l'abus qu'on en faiſoit.

Mais depuis que les Chimiſtes ont trouvé

tion métallique qui contient de la platine, la rend ſenſible, telle petite qu'en ſoit la quantité; & ce métal eſt encore le ſeul ſur qui le ſel ammoniac produiſe cet effet.

Moyen de reconnoître l'or allié à la platine.

Si donc on ſoupçonne de l'or dans une maſſe métallique quelconque, ſoluble par l'eau régale; après l'avoir diſſoute par ce menſtrue, on verſera dans ſa diſſolution du vitriol vert diſſout dans l'eau; & ſi la maſſe ne contenoit pas d'or, la liqueur reſtera claire, & ne laiſſera rien dépoſer; mais ſi elle en contient, elle ſe troublera, & laiſſera précipiter une poudre d'un rouge brun obſcur, qui eſt l'or allié à un peu de fer.

Moyen de reconnoître la platine alliée à l'or.

Lorſqu'on ſoupçonne qu'une maſſe d'or contient de la platine, il faut de même la diſſoudre dans l'eau régale; on verſera enſuite dans cette diſſolution une ſolution de ſel ammoniac dans l'eau: la liqueur, comme dans la précédente expérience, reſtera claire & ne formera aucun dépôt, ſi l'or ne contient point de platine; mais s'il en contient, quelle qu'en ſoit la quantité, elle ſe troublera, & la laiſſera précipiter.

Rien ſi n'eſt facile, comme on le voit, que de reconnoître la préſence de la platine qui ſe trouve alliée avec l'or, & de l'en ſéparer;

on ne peut donc plus en abuſer pour altérer la pureté de l'or.

On ne ſait encore rien ſur l'hiſtoire naturelle de la platine : quoique ce métal ſoit nouveau pour l'Europe, l'hiſtoire même de ſa découverte eſt auſſi obſcure que celle des métaux de l'uſage le plus ancien. Don Antonio de Vlloa eſt le premier qui en ait fait mention dans la relation de ſon voyage, imprimée à Madrid en 1748 ; mais il n'en dit que peu de choſe, & la repréſente comme une eſpèce de pierre métallique intraitable, & qui empêche même qu'on ne puiſſe exploiter les mines d'or où elle ſe trouve en trop grande *quantité*. On peut préſumer que le peu d'avantage qui ſembloit en devoir réſulter, à cauſe de ſon peu de fuſibilité, l'a fait négliger d'abord, & que les intentions frauduleuſes auxquelles on a trouvé que ce métal pouvoit s'appliquer, furent cauſe qu'on chercha à en dérober la connoiſſance.

La platine ſe trouve dans les mines d'or de l'Amérique eſpagnole, & en particulier dans celles de *Santafé*, près de *Carthagène*.

SECTION VI.

Des mines d'or.

L'or, n'étant alliable ni avec le ſoufre ni avec l'arſenic, ne ſe rencontre jamais minéraliſé, ou s'il l'eſt, ce n'eſt qu'indirectement par l'union qu'il a contractée avec des métaux naturellement combinés avec ces minéraux. Il ſe trouve toujours dans ces mines en ſi petite quantité, qu'elles ne peuvent pas mériter le nom de mines d'or.

L'or ſe trouve preſque toujours ſous ſa forme naturelle; quelquefois, mais très-rarement, en maſſes; ordinairement en poudre ou en petits grains entremêlés de terre, de ſable, ou en petites gouttes & veines, logées dans diverſes pierres colorées du genre des pierres vitrifiables. On le trouve rarement exempt de mélange de quelque autre métal, & particulièrement de l'argent. Cramer obſerve que tous les ſables contiennent de l'or: mais cet or eſt celui qui eſt le plus allié d'argent.

Les plus grandes quantités d'or nous viennent des *Indes occidentales eſpagnoles*, ſurtout du *Potoſi* & du *Bréſil*.

On le trouve auſſi ſur les *côtes & territoire*

d'abord les terres & les ſables avec leſquels il eſt mêlé par le lavage, qui emporte la plus grande partie de ce qui n'eſt point or, comme plus lèger; après quoi on fait un ſecond lavage avec du mercure, qui s'empare de l'or, en s'amalgamant avec lui, & le ſépare exactement de toutes matières terreuſes, avec leſquelles il ne peut contracter aucune union.

On exprime après cela ce mercure chargé d'or, à travers des peaux de chamois, dans leſquelles reſte l'or, uni encore avec une portion de mercure qu'il a retenue, & dont on le débarraſſe facilement en l'expoſant à un degré de chaleur convenable : le mercure ſe diſſipe en vapeurs, & l'or reſte au fond du vaiſſeau.

C'eſt là le fondement de toutes les opérations par leſquelles on retire l'or des mines du Pérou.

C'eſt par un pareil travail que les Orfévres retirent l'argent & l'or qui ſe trouvent confondus dans les balayures de leurs ateliers, les cendres de leurs forges, les fragmens de leurs creuſets, &c., par l'opération de la lavure, à laquelle je renvoie pour les détails.

C'eſt à raiſon de ce qu'il a un peu moins de ductilité que l'or, qu'il s'écrouit plus facilement que lui, & qu'on eſt obligé, lorſqu'on le forge, de le recuire plus ſouvent. Son écrouiſſement.

L'argent ne reçoit, de même que l'or, aucune altération de l'action, ſoit ſéparée, ſoit combinée, de l'air & de l'eau; il ne ſe charge d'aucune rouille. Mais il n'en eſt pas de même des exhalaiſons qui flottent ordinairement dans l'atmoſphère: la ſurface de ce métal eſt plus ſuſceptible que celle d'aucun autre, de ſe ternir & même de ſe noircir, ſoit par le contact, ſoit par les émanations du phlogiſtique de pluſieurs ſubſtances inflammables, parce qu'il a la propriété de ſe charger, même à froid, de ce principe par ſurabondance, plus qu'aucun autre métal. Son inaltérabilité à l'air.

Je donnerai, dans un article à part, les moyens de rendre à l'argent ainſi terni ſon premier éclat.

Il ſe fond à un degré de chaleur un peu moindre que l'or; il ſuffit qu'il ſoit rouge preſque à blanc, pour entrer en fuſion. Sa fuſibilité.

Comme l'or, l'argent diviſé en petites parties, en limailles, par exemple, a beſoin qu'on y projette du nitre, pour ſe raſſembler dans ſa fuſion. Son aſſemblage dans la fonte.

SECTION PREMIÈRE.

Des moyens de diſſoudre l'argent, & de le ſéparer enſuite de ſes diſſolvans.

Tous les acides ſont capables de diſſoudre l'argent avec plus ou moins de facilité ; mais je ne parlerai que des diſſolutions de ce métal par les acides minéraux, les ſeules qu'il importe ici de connoître.

Action de l'acide nitreux ſur l'argent.

L'acide nitreux eſt le vrai diſſolvant de l'argent. Cet acide, que l'on connoît ſous le nom d'eſprit de nitre ou d'eau-forte, bien pur & médiocrement fort, diſſout l'argent avec facilité. Cette diſſolution ſe fait d'elle-même, ſans le ſecours de la chaleur, ou tout au plus par une chaleur très-douce au commencement, pour la mettre en train ; après quoi il convient de la retirer de deſſus le feu, pour empêcher qu'elle ne continue avec trop de violence, ſur-tout ſi l'on travaille ſur des quantités conſidérables.

Par cette méthode, l'acide nitreux ſe charge de l'argent juſqu'au point de ſaturation, & en diſſout à peu près ſon poids égal, s'il eſt fort. On reconnoît ce point de ſaturation aux ſignes ſuivans.

peu d'or, dont rarement l'argent eſt entièrement exempt.

La diſſolution d'argent par l'acide nitreux eſt plus âcre & plus corroſive que l'acide nitreux pur ; elle ronge & corrode toutes les matières végétales ou animales, & fait ſur la peau des taches noires qui ne s'effacent que par l'uſure & l'abraſion de la partie noircie.

Lorſque l'acide nitreux avec lequel on fait diſſoudre l'argent eſt fort ; ou en faiſant évaporer cette diſſolution juſqu'à un certain point après qu'elle eſt faite, il s'y forme, par le refroidiſſement, une grande quantité de criſtaux blancs, en forme d'écailles, auxquels on a donné le nom de *criſtaux de lune* ; c'eſt un ſel nitreux qui a l'argent pour baſe. Criſtaux de lune.

Ce ſel ſe fond à une très-douce chaleur, & perd aiſément l'eau de ſa criſtalliſation : il devient tout noir, ſe congèle par le refroidiſſement, & peut ſe mouler : c'eſt alors le fameux cauſtique connu en Chirurgie ſous le nom de *pierre infernale*.

Le nitre lunaire fuſe ſur les charbons ardens. Pouſſé au feu, il ſe décompoſe aſſez facilement : l'acide nitreux quitte l'argent, qui reparoît ſous ſa première forme.

par l'acide nitreux, on la verſe dans une terrine de grès, on l'étend de trente à quarante fois ſon volume d'eau, on coule au fond de la terrine une plaque de cuivre rouge bien nette, & on laiſſe le tout en repos pendant quarante-huit heures. Au bout de ce temps, on décante la liqueur, & on trouve dans le fond de la terrine tout l'argent raſſemblé autour de la plaque de cuivre, ſous ſa forme & ſon brillant métallique. Cet argent n'a beſoin que d'être bien lavé, pour lui enlever toute la diſſolution cuivreuſe qui le ſalit: on le fait enſuite ſécher, & on le fond en y projetant un peu de nitre pour l'aider à s'aſſembler.

C'eſt ainſi que la plupart des Orfévres raſſemblent l'argent dans l'opération du départ par l'eau-forte: ce procédé eſt, ſans contredit, le meilleur qu'on puiſſe employer. J'entrerai un peu plus dans les détails, dans l'article qui traitera ſpécialement de ce départ.

Quelques Orfévres, au lieu de ſe ſervir d'une terrine au fond de laquelle ils ont placé une plaque de cuivre rouge, préfèrent de verſer leur diſſolution étendue d'eau, dans un chaudron de ce métal. Cette manière d'opérer

la cendre qui en réſulte, en y projetant du nitre pour aſſembler l'argent. Cette méthode eſt aſſez bonne lorſqu'on opère en petit, mais en grand elle devient bien embarraſſante, par la quantité de chiffons ou de filaſſe qu'on conſomme pour abſorber toute la liqueur.

De toutes ces manières de ſéparer l'argent de l'eau-forte, je regarde la précipitation par le cuivre comme la plus commode, la moins diſpendieuſe, enfin comme la meilleure.

Action de l'acide vitriolique ſur l'argent.

L'acide vitriolique n'a aucune action ſur l'argent, tant qu'il eſt en maſſe & que cet acide eſt froid: mais ſi l'on ſoumet à l'action du feu, dans une cornue, un mélange d'acide vitriolique & d'argent réduit en lames très-minces, ou en fils très-déliés, ou en grenaille très-fine, l'argent ſe diſſout complètement; on trouve au fond de la cornue un *vitriol d'argent* très-peu ſoluble dans l'eau.

En voyant la grande facilité avec laquelle l'acide nitreux attaque l'argent, tandis que l'acide vitriolique le diſſout avec tant de peine, qui ne croiroit que ce métal auroit plus d'affinité avec le premier qu'avec le dernier de ces acides? Et cependant c'eſt préciſément le contraire. Si dans une diſſolution d'argent

L'acide marin n'a point d'action ſur l'argent, tant qu'il eſt en maſſe (1); mais, de même que le précédent, il ſe combine très-facilement avec lui, lorſqu'il eſt tenu en diſſolution par l'acide nitreux, & cela parce qu'il a, comme lui, une plus grande affinité avec ce métal, que celle qu'a l'acide nitreux. Action de l'acide marin ſur l'argent.

Il ſuffit de verſer l'acide marin, ou même les ſels neutres qu'il forme, tels que le ſel marin, le ſel ammoniac, & autres, dans la diſſolution nitreuſe d'argent: on voit ſur le champ la liqueur ſe troubler par des flocons blancs qui s'attachent les uns aux autres, & forment comme une eſpèce de caillé qui nage dans la liqueur, & ſe dépoſe fort lentement au fond du vaſe. Ces flocons ſont un nouveau compoſé, qui eſt un ſel marin à baſe d'argent, connu en Chimie ſous le nom de *lune cornée.* Lune cornée.

La lune cornée eſt preſque inſoluble dans l'eau. Son inſolubilité.

Ce ſel eſt demi-volatil; ſi on l'expoſe au Sa volatilité.

(1) M. Bayen a découvert que l'acide marin agit ſur l'argent & le peut diſſoudre, même dans ſon état d'agrégation. Voyez la ſéparation de l'argent d'avec l'étain, ſection 3^e^.

les diſtinguera facilement à l'œil, par l'apparence pulvérulente du premier, & la promptitude avec laquelle il ſe dépoſe, bien différentes de l'eſpèce de caillé que forme le ſecond, & de la lenteur avec laquelle il gagne le fond du vaſe. Il eſt impoſſible de les confondre, quand on a l'habitude de les obſerver.

Moyen de reconnoître la préſence de l'acide marin dans toute liqueur, & notamment dans l'eau-forte, & de l'en ſéparer.

L'affinité de l'argent avec l'acide marin, la propriété qu'il a de ſe combiner avec lui par préférence à tous les acides connus, & l'inſolubilité de la lune cornée, qui ſe précipite au milieu de la plus grande quantité d'eau, rendent ce métal très-propre à déceler la préſence de cet acide dans une liqueur quelconque, ſi petite que puiſſe être la proportion dans laquelle il y eſt mêlé: c'eſt la meilleure pierre de touche pour eſſayer le degré de pureté de l'acide nitreux ou eau-forte.

Lorſqu'on veut s'aſſurer ſi une eau-forte eſt plus ou moins chargée d'acide marin, on y verſe de la diſſolution d'argent par l'acide nitreux très-pur: ſi l'eau-forte ne contient point d'acide marin, elle ne ſe trouble pas, il ne s'y forme aucun précipité; le contraire arrive lorſqu'elle en contient, & le préci-

avec l'acide marin des ſels très-ſolubles ou déliqueſcens.

Pour cela, après avoir diſſous l'argent allié, dans l'acide nitreux, on verſe dans cette diſſolution, de l'acide, ou une ſolution de ſel marin, juſqu'à ce qu'il ne ſe faſſe plus de précipité; on laiſſe bien dépoſer la lune cornée, & après avoir décanté la liqueur, on lave le précipité, pour enlever abſolument tout l'acide nitreux chargé des ſubſtances métalliques qui altéroient la pureté de l'argent; on met enſuite égoutter ſur un filtre la lune cornée, & lorſqu'elle eſt bien ſéchée, on en reviviſie l'argent de la manière que je le dirai inceſſamment.

Cet argent eſt abſolument pur, & exempt du mélange de toute autre ſubſtance métallique; il ne contient pas un atôme de cuivre ni de fer, qui, formant avec l'acide nitreux ainſi qu'avec l'acide marin, des ſels déliqueſcens, ſont reſtés en diſſolution dans la liqueur, & ont été enlevés par la décantation & par le lavage; il ne contient ni or, ni platine, ni aucune des ſubſtances métalliques qui ne ſont diſſolubles que par l'eau régale; c'eſt enfin de l'argent dans le plus grand degré de pureté poſſible.

ſavon noir à l'alkali fixe, & à en faire une pâte avec la lune cornée; on met cette pâte dans un creuſet au milieu des charbons; on ne la chauffe d'abord que médiocrement, & ſeulement autant qu'il faut pour lui enlever toute ſon humidité : lorſqu'après l'avoir fait rougir obſcurément, elle ceſſe de fumer, on couvre le creuſet, on pouſſe à la fonte, & on procède, quant au reſte, comme dans l'opération précédente.

Ce dernier procédé eſt fondé, comme l'autre, ſur l'affinité de l'alkali fixe avec l'acide marin; il lui reſſemble parfaitement quant à l'effet; mais il m'a paru préférable : j'ai conſtamment obſervé qu'il occaſionnoit moins de déchet.

J'ai réuſſi auſſi, par un procédé bien plus ſimple que les deux précédens, à revivifier l'argent de la lune cornée. 3e. moyen.

J'ai projeté ce ſel dans une leſſive alkaline bouillante : l'alkali fixe s'eſt emparé de l'acide marin, & l'argent s'eſt précipité au fond du vaſe.

En fondant enſuite cet argent avec du nitre, je l'ai obtenu dans le plus grand état de pureté poſſible, & ſans déchet.

Quoique l'acide marin n'attaque point l'ar-

avec lui à travers le filtre. Si l'on verse un acide dans cette liqueur, le foie de soufre se décompose, & l'argent & le soufre se précipitent ensemble.

La vapeur du soufre & celle du foie de soufre communiquent toujours à l'argent une couleur noire.

SECTION II.

Des divers alliages de l'argent usités dans l'Orfévrerie.

Les alliages dont je traiterai dans cette section, sont ceux de l'argent avec l'or, avec le cuivre, le plomb, le mercure, & l'étain; ce sont les seuls qu'on a coutume de faire, ou qu'on rencontre faits, soit naturellement, soit par accident, les seuls par conséquent dont la connoissance entre dans le plan de cet ouvrage.

Alliage de l'argent avec l'or.

L'or s'unit à l'argent dans toutes proportions, comme nous l'avons déjà vu à l'article qui traite du premier. Ces métaux alliés perdent fort peu de leur ductilité; mais ils acquièrent de la roideur & de l'élasticité: une vingtième partie d'argent rend l'or sensiblement pâle.

L'alliage du cuivre & de l'argent ſert de ſoudure pour ce dernier; on les mêle, pour remplir cet objet, dans des proportions relatives au degré de fuſibilité qu'on a beſoin de communiquer à la ſoudure : on fait dans les ateliers des ſoudures qui contiennent depuis un huitième juſqu'à un tiers de cuivre; on en a à pluſieurs degrés, & on les marque pour les reconnoître.

L'alliage du cuivre & de l'argent eſt d'une peſanteur ſpécifique plus grande que les règles de proportion ne ſemblent l'indiquer. Sa peſanteur.

Le fer s'allie bien avec l'argent : cet alliage n'eſt d'aucun uſage; cependant, comme l'argent facilite la fuſion du fer, il ſemble que cet alliage pourroit ſervir à ſouder les petits ouvrages de fer & d'acier, tout auſſi bien que celui de l'or. Avec le fer. Ses uſages.

L'étain agit ſur l'argent, comme il le fait ſur l'or, c'eſt-à-dire, qu'il le rend aigre & caſſant, en ſi petite quantité qu'il lui ſoit allié; ſa vapeur même eſt capable d'enlever la ductilité à une grande quantité de ce métal. On évite donc, autant qu'on le peut, l'alliage de ces deux métaux. Avec l'étain.

Le plomb s'allie à l'argent en toutes proportions : cet alliage ſert à purifier l'argent, Avec le plomb.

rougir ſur des charbons ardens; il noircit plus ou moins à ſa ſurface. L'argent pur ne change point abſolument de couleur.

Mais ſi toutes ces méthodes peuvent faire connoître que l'argent eſt plus ou moins mêlé de cuivre, aucune ne peut déterminer les proportions reſpectives de ces métaux dans une maſſe quelconque; ce n'eſt que par les différens affinages qu'on peut parvenir à s'aſſurer du titre de l'argent; & parmi ces opérations, la coupellation par le plomb eſt la meilleure, la ſeule dont le réſultat ſoit certain & invariable, lorſqu'on y procède avec toute l'attention requiſe.

SECTION III.

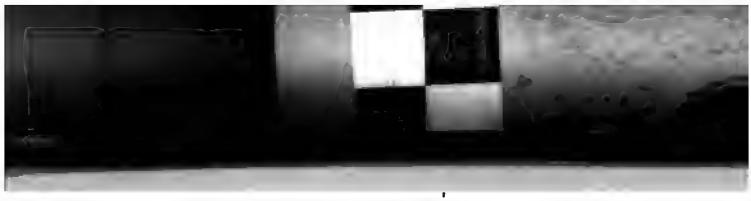
Des moyens de ſéparer l'argent d'avec les ſubſtances métalliques auxquelles il peut être allié.

On donne, en Chimie & dans pluſieurs Arts, le nom d'affinage aux différentes opérations qu'on met en pratique pour la purification de quelques ſubſtances, & particulièrement pour celle de l'or & de l'argent; mais dans l'Orfévrerie, chacune de ces opérations eſt déſignée par un nom particulier,

en poudre, dans un creuſet auquel on adapte un autre creuſet percé dans ſon fond d'un petit trou; on lute exactement la jointure des deux creuſets avec l'argile détrempée; on place l'appareil dans le fourneau de fuſion, & on donne un degré de feu capable de faire bien rougir le mélange; on entretient le feu en cet état aſſez long-temps pour que le nitre puiſſe calciner tout le cuivre qui altéroit l'argent: alors on augmente aſſez le feu pour faire entrer l'argent en bonne fuſion; puis on retire les vaiſſeaux du fourneau, on caſſe le creuſet lorſqu'il eſt refroidi, & on trouve dans ſon fond l'argent en culot, recouvert d'une ſcorie alkaline de couleur verte, qu'on en ſépare d'un coup de marteau.

Remarques.

Dans cette opération, le nitre, par l'effet de ſa détonation, ſépare les métaux imparfaits de leur phlogiſtique, les calcine: à meſure qu'ils ſont réduits en chaux, ils ſe ſéparent de l'argent, avec lequel ils ne peuvent plus reſter uni, par le principe que nous avons poſé, que les ſubſtances métalliques en fuſion ne peuvent contracter d'union avec les terres & chaux, pas même avec la leur; ces chaux étant auſſi ſpécifiquement plus



va bien ; il faut ſoutenir le feu au même degré : ſi la flamme & le ſifflement ſont conſidérables, c'eſt une marque certaine que la détonation du nitre, qui les occaſionne, ſe fait avec trop de violence ; il faut alors diminuer beaucoup le feu, ſans quoi une très-grande partie du nitre ſeroit enlevée, & emporteroit avec elle une portion notable de l'argent, qui ſeroit perdue ; & même, quelques précautions qu'on puiſſe prendre, il n'eſt guère poſſible d'éviter qu'il n'y ait quelque déchet ſur ce métal ; on en trouve toujours quelques grenailles dans le creuſet ſupérieur & autour de ſon petit trou. Cet inconvénient eſt cauſe qu'on ne peut faire ſervir cette opération à l'eſſai & à la détermination du titre de l'argent, & qu'on eſt obligé d'avoir recours à la coupellation.

La purification de l'argent par le nitre a néanmoins ſes avantages ; elle eſt plus prompte & plus expéditive que la coupellation ; le déchet eſt peu conſidérable, & l'argent très-pur, lorſqu'on apporte toutes les attentions convenables en opérant. C'eſt ſur-tout de la conduite du feu que dépend ſon ſuccès. On peut revoir, à ce ſujet, ce qui a été dit en

Du départ.

Le départ eſt une opération par laquelle on ſépare l'or de l'argent.

Comme ces deux métaux réſiſtent auſſi bien l'un que l'autre à l'action du feu & à celle du plomb, il faut avoir recours à d'autres moyens pour les ſéparer. Il n'y auroit pas moyen d'opérer cette ſéparation, ſi l'argent réſiſtoit à tous les diſſolvans qui n'ont point d'action ſur l'or, ou ſi ce métal, de ſon côté, cédoit à tous ceux qui attaquent l'argent : mais il n'en eſt point ainſi. L'acide nitreux, l'acide marin, le ſoufre, qui, comme nous l'avons vu, ne peuvent diſſoudre l'or, attaquent au contraire l'argent avec une très-grande facilité, tandis que l'eau régale, qui n'a aucune action ſur ce dernier métal, eſt le diſſolvant de l'or; & ces quatre agens fourniſſent autant de moyens de ſéparer l'argent de l'or, ou de faire l'opération du départ.

Celui par l'acide nitreux ou eau-forte eſt le plus commode, & à cauſe de cela le plus uſité; c'eſt même preſque le ſeul qui ſoit pratiqué dans l'Orfévrerie & dans les Monnoies : il ſe nomme, pour cette raiſon, ſimplement *départ*. Je le nommerai *départ par*

ſur-tout dans le commencement par la chaleur, en plaçant les matras ſur quelques charbons allumés, qui ne brûlent que foiblement, faute d'un courant d'air. Lorſque, malgré la chaleur, on n'aperçoit plus aucun ſigne de diſſolution, on décante la liqueur; on verſe une petite quantité de nouvelle eau-forte qu'on fait bouillir ſur le réſidu, & qu'on décante comme la premiere fois. Il eſt même d'uſage de faire bouillir une troiſieme fois de l'eau-forte ſur le métal qui reſte, pour être bien aſſuré qu'on a diſſout exactement tout l'argent; on lave enſuite l'or à pluſieurs repriſes dans beaucoup d'eau; on met cette eau des lavages avec la diſſolution d'argent, dans une terrine; on les étend de beaucoup d'eau; on coule au fond de la terrine une plaque de cuivre, & on laiſſe le tout repoſer pendant quarante-huit heures: au bout de ce temps, on décante la liqueur de deſſus le cuivreau, ſur lequel on trouve tout l'argent dépoſé ſous ſon brillant métallique, & affectant une ſorte de criſtalliſation régulière. On lave ce dépôt à pluſieurs repriſes, & on le fond en l'aſſemblant avec le nitre.

Cet argent, lorſque le départ a été bien fait, eſt très-pur; il ſe nomme *argent de départ.*

qu'alors l'ébullition ceſſe dès que la chaleur commence à diminuer ; 2°. par l'abſence des vapeurs rouges), on décante la diſſolution ; on paſſe ſur les cornets, comme dans le départ précédent, de l'eau-forte affoiblie, à pluſieurs repriſes, & on lave de même l'or dans l'eau pure ; enfin on verſe une partie de l'eau du dernier lavage avec les cornets, dans un petit creuſet qu'on fait rougir ſous une mouffle.

Dans ces deux départs, l'or ſe trouve terni & noirci vraiſemblablement par le phlogiſtique de l'acide nitreux ; mais le recuit lui rend ſa couleur naturelle. Remarque

Les cornets, au ſortir de l'opération, ſe briſent avec la plus grande facilité ; les parties de l'or qui les forment, n'ont preſque point d'adhérence entre elles, à cauſe des interſtices qu'a laiſſés l'argent qui a été diſſous ; ils prennent dans le recuit beaucoup de retraite, à raiſon du rapprochement de leurs parties : ces morceaux d'or ſe trouvent après cela beaucoup plus ſolides ; en ſorte qu'on peut les manier facilement ſans les briſer. Cet or ſe nomme *or en cornets* : on évite de le faire fondre, & on lui conſerve cette forme, pour faire connoître que c'eſt de l'*or de départ*.

tion; il ne s'agit que de peſer les cornets. Ce procédé a cela de commode, qu'on peut, en l'exécutant ſur une petite portion d'une grande maſſe d'argent tenant or, juger des proportions reſpectives de ces métaux dans toute la maſſe, avec autant de préciſion que ſi on l'eût ſoumiſe tout entière au départ.

Quand je dis que l'or & l'argent de départ ſont très-purs, il ne faut pas prendre cette aſſertion à la dernière rigueur; car quelque exactitude qu'on ait apportée dans l'opération du départ, il reſte toujours une petite portion d'argent unie à l'or. Cramer eſtime cet alliage depuis un cent cinquantième juſqu'à un deux centième de la maſſe.

Quoique le départ par l'eau-forte ſoit facile, il ne peut cependant réuſſir ou être bien exact, à moins qu'on n'obſerve pluſieurs pratiques qui ſont eſſentielles.

La première condition ſans laquelle le départ ne ſauroit être exact, c'eſt que l'eau-forte ſoit très-pure, exempte du mélange d'acide vitriolique, & ſur-tout d'acide marin: ſi l'on n'a point cette attention, ce dernier acide, s'il eſt en petite quantité, s'unira à une partie de l'argent, & ſe précipitera avec lui en lune cornée, qui reſtera confondue avec l'or. La

de l'eau ſur l'or pour le laver ; il s'y diſſolvoit en partie, & le reſte étoit ſi léger, qu'il étoit impoſſible de le raſſembler ; en ſorte qu'on étoit obligé de verſer pêle-mêle dans la même terrine la diſſolution d'argent & l'or, de raſſembler le tout enſemble par le nitre, de le fondre, & de le départir de nouveau. Ce phénomène qui ne ſera pas nouveau aux yeux des Orfévres qui départiſſent ſouvent, le ſera à ceux des Chimiſtes qui n'ont pas eu, comme moi, occaſion de pratiquer ou voir pratiquer un grand nombre de fois cette opération.

Je ne répéterai pas ici ce que j'ai dit ſur les qualités que doit avoir l'eau-forte pour être bonne, ſur les ſignes extérieurs auxquels on peut la connoître, ſur les moyens que fournit la Chimie pour s'aſſurer de ſa pureté, & de la nature des acides qui l'altèrent, & ſur ceux de la purifier, en l'en débarraſſant : on peut recourir aux divers articles dans leſquels ces détails ſont conſignés.

Proportion de l'or & l'argent.

La ſeconde condition néceſſaire pour la réuſſite du départ, conſiſte en ce qu'il faut que l'or & l'argent ſoient dans une proportion convenable ; car s'il y avoit une trop grande quantité d'or par rapport à celle de

faire l'inquart quand la quantité d'argent eſt évidemment plus grande que celle de l'or, il eſt néanmoins toujours plus avantageux de faire cette opération; & ceux qui ne connoiſſent pas les proportions de la maſſe qu'ils ont à départir, & qui ne ſont pas aſſez exercés pour la juger à l'œil ou par la touche, doivent ajouter une quantité d'argent indéterminée, mais plutôt trop grande que trop petite; car la grande quantité de ce métal eſt plus favorable que nuiſible au départ: elle n'a d'autre inconvénient que d'occaſionner plus de frais inutiles, attendu que plus il y a d'argent, & plus il faut employer d'eau-forte.

Lorſqu'on veut obtenir, par le départ, l'or & l'argent abſolument purs, il faut faire précéder cette opération de l'affinage de la maſſe par le nitre; & c'eſt auſſi ce que les Orfévres ſont dans l'uſage de faire.

Du départ inverſe, ou par l'eau régale.

Lorſque la quantité de l'or ſurpaſſe celle de l'argent, & qu'on ne veut pas faire l'opération de l'inquart, on peut, au lieu d'eau-forte, ſe ſervir d'eau régale; ce qui fait une eſpèce de départ inverſe, parce que l'eau

talliques, comme l'eſt l'or dans le départ ordinaire; il eſt précipité en lune cornée, par l'effet de ſon union avec une partie de l'acide marin de l'eau régale : mais cette ſéparation ne peut point être abſolument entière, attendu qu'il y a toujours une petite portion de cette lune cornée qui reſte diſſoute dans les acides : ainſi l'argent n'eſt pas ſi exactement dépouillé d'or dans le départ par l'eau régale, que l'or l'eſt de l'argent dans le départ par l'eau-forte.

Du départ concentré, ou par cémentation

Le départ concentré, ou par cémentation, ſe fait de la manière ſuivante.

On prépare d'abord un cément compoſé de quatre parties d'argile bien ſèche, une partie de vitriol vert, & une partie de ſel marin; on mêle toutes ces matières réduites en poudres, & on en fait une pâte ferme, en l'humectant avec de l'eau. Ce cément ſe nomme cément royal, parce qu'il ſert à purifier l'or, que les Chimiſtes regardent comme le roi des métaux. Procédé.

D'un autre côté, on réduit l'or qu'on veut cémenter, en lames à peu près auſſi minces que les pièces de billon; on met au fond du

Dans cette opération, l'acide du vitriol & l'argile dégagent l'acide du ſel marin ; & ce dernier diſſout l'argent allié à l'or, & l'en ſépare par ce moyen, en le convertiſſant en lune cornée. Remarques.

Cette expérience prouve, que quoique l'acide marin ne puiſſe attaquer l'argent tant qu'il eſt en liqueur, il eſt cependant un puiſſant diſſolvant de ce métal ; mais qu'il faut pour cela qu'il ſoit appliqué à l'argent dans un état de vapeur, dans une concentration extrême, & aidé d'un degré de chaleur conſidérable. Toutes ces circonſtances, dont j'ai déjà annoncé plus haut une partie, ſe trouvent réunies dans cette opération.

Elle prouve encore que, malgré tout ce qui favoriſe ici l'action de l'acide marin (1), il ne peut cependant attaquer l'or.

Quelques Chimiſtes preſcrivent de mettre

(1) On a découvert depuis peu un moyen de rendre l'acide marin capable de diſſoudre l'or ; mais ce moyen n'a aucun rapport avec les expériences dont je traite dans cet Ouvrage ; c'eſt pourquoi je n'en parle pas, & regarde cet acide comme étant ſans action ſur ce métal.

naire : mais ſi l'on ſe rappelle ce qui a été dit ſur la revivification de la lune cornée, on ſentira que la volatilité de ce ſel doit occaſionner un déchet conſidérable ſur l'argent : on doit donc, pour remédier à cet inconvénient, traiter le cément de même qu'on traiteroit la lune cornée pure, en le mêlant, ſoit avec de l'alkali fixe, ſoit avec du ſavon noir.

Le départ concentré n'eſt point auſſi uſité que celui qui ſe fait par l'eau-forte, parce qu'il eſt plus long & plus embarraſſant, moins ſûr pour déterminer le titre de l'or, attendu que les vapeurs acides qui s'élèvent du cément, ne peuvent, en quelque ſorte, agir qu'à la ſurface des lames d'or. Il faudroit, par cette raiſon, ſi l'on vouloit purifier exactement l'or par ce procédé, le refondre & cémenter une ſeconde & même pluſieurs autres fois ; ce qui deviendroit fort long & fort laborieux.

Ce départ eſt cependant avantageux, lorſque l'or ſe trouve allié avec de l'argent en trop grande quantité pour qu'on puiſſe faire le départ par l'eau-forte, & qu'on ne veut pas le faire par l'eau régale, ni l'inquarter : ce ſont les ſeuls cas où on le fait.

Il eſt encore très-utile dans certaines occa-

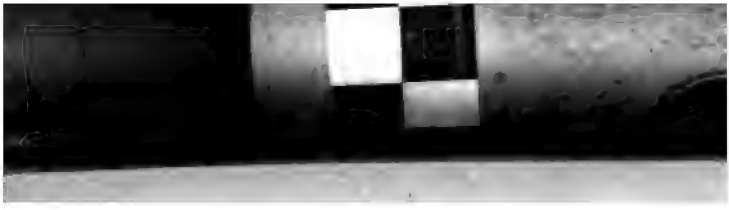
& luté, pour empêcher l'accès de l'air, qui occaſionneroit la combuſtion du ſoufre.

Dans cette opération, le ſoufre s'unit à l'argent & à toutes les autres ſubſtances métalliques qui altèrent la pureté de l'or, ſans toucher à ce métal, ſur lequel il n'a, comme je l'ai dit, aucune action. Remarque.

Il ne s'agit plus que de retirer l'argent des ſcories dans leſquelles il ſe trouve combiné avec le ſoufre; la ſeule action du feu, continuée pendant un certain temps avec le concours de l'air libre, ſuffit pour opérer cette ſéparation; on l'accélère beaucoup, & elle ſe fait même très-bien dans un inſtant, en faiſant détonner l'argent ſulphuré avec du nitre. Comme ce métal eſt indeſtructible par ces trois agens, on le retrouve, après toutes ces opérations, tel qu'il étoit auparavant.

On ſent que ces procédés peuvent ſervir également à la revivification de l'argent des ſcories qui ſe forment dans l'opération de la purification de l'or par l'antimoine, & généralement dans tous les cas où il s'agit de ſéparer l'argent d'avec le ſoufre.

Le départ ſec ſeroit le moyen le moins couteux, le plus prompt, & le plus commode qu'on pût employer à la ſéparation de l'or



une ſéparation exacte d'une petite quantité d'or confondue dans une grande quantité d'argent.

De l'affinage de l'argent par le plomb, ou de la coupellation.

La coupellation de l'argent conſiſte à ajouter à ce métal allié une certaine quantité de plomb, & à expoſer enſuite ce mélange à l'action du feu dans une coupelle.

Cette opération s'exécute en grand dans le travail des mines d'argent, pour affiner ce métal, en le ſéparant de toutes les ſubſtances métalliques étrangères avec leſquelles il ſe trouve naturellement allié : elle porte alors le nom d'*affinage*.

On la fait auſſi journellement en petit, dans l'Orfévrerie & les Monnoies, pour reconnoître le titre de l'argent : elle porte alors le nom d'*eſſai*.

Ces deux opérations ne diffèrent que du petit au grand. Je ne parlerai que de la dernière ; & on pourra appliquer à l'autre tout ce que j'en dirai, à quelques circonſtances près, que j'obſerverai dans l'explication de la théorie de l'opération.

promptement, en continuant à donner chaud, & même en augmentant la chaleur par le moyen de charbons ardens qu'on place à l'entrée de la moufle: on ſoutient cette chaleur juſqu'à ce que l'argent ſoit *entré dans le plomb*, c'eſt-à-dire, bien fondu & mêlé avec ce métal. Quand l'eſſai eſt bien circulant, on diminue la chaleur, en ôtant, en tout ou en partie, les charbons qui ſont à l'entrée de la moufle, & fermant plus ou moins les portes du fourneau.

On doit gouverner le feu de manière que l'eſſai ait une ſurface ſenſiblement convexe, & paroiſſe ardent dans la coupelle, qui eſt alors moins rouge; que la fumée qui s'élève, monte preſque juſqu'à la voûte de la moufle; qu'il ſe forme continuellement une ondulation en tous ſens à la ſurface de l'eſſai, ce qui s'appelle *circuler*; que ſon milieu ſoit liſſe, & qu'il ſoit entouré d'un petit cercle de litharge, qui s'imbibe continuellement dans la coupelle.

On ſoutient l'eſſai en cet état juſqu'à la fin de l'opération, c'eſt-à-dire, juſqu'à ce que le plomb & l'alliage étant imbibés dans la coupelle, la ſurface du bouton de fin, qui ſe fige alors, n'étant plus recouverte d'une pellicule de litharge, ſoit devenue tout d'un

dans ſes eſſais, parce que quelquefois il s'élance de petites parties d'argent hors de la coupelle.

Enfin, quand on eſt aſſuré que le bouton d'eſſai eſt bien figé juſques dans ſon intérieur, on le ſoulève avec un petit outil de fer, pour le détacher de la coupelle, lorſqu'il eſt encore très-chaud, parce qu'alors il s'en détache facilement; au lieu que quand le tout eſt refroidi, il arrive ſouvent qu'il adhère à la coupelle, de manière qu'il en emporte avec lui de petites parties qu'on eſt obligé de nettoyer avec la gratte-boſſe.

Il ne s'agit plus, après cela, que de peſer bien exactement ce bouton à la balance d'eſſai: la quantité dont il aura déchu indiquera au juſte le titre de la maſſe ou du lingot d'argent.

Lorſqu'on veut être ſûr du titre de l'argent, il faut faire cette opération dans deux coupelles qu'on place ſous la même mouffle.

Il n'y a rien de déterminé au juſte ſur la proportion du plomb avec celle de l'alliage. Les Auteurs qui ont traité de cette matière, varient entre eux. Ceux qui demandent la plus grande quantité de plomb, ſe fondent ſur ce qu'on eſt plus ſûr par-là de détruire Proportion du plomb.

& paſſe dans la coupelle ſi promptement, qu'il n'a pas le temps de ſcorifier & d'emporter avec lui tout l'alliage de l'argent: s'il n'y a pas aſſez de chaleur, la litharge s'amaſſe à la ſurface, & ne pénètre point la coupelle: les eſſayeurs diſent que l'eſſai eſt *étouffé* ou *noyé*. Dans ce cas, l'eſſai n'avance pas, parce que la litharge recouvrant la ſurface du métal, la garantit du contact de l'air, qui eſt abſolument néceſſaire pour la calcination des métaux.

J'ai donné plus haut les marques d'un eſſai qui va bien. On reconnoît qu'il a trop chaud, lorſque la ſurface du métal fondu eſt extrêmement convexe; qu'il eſt agité par une circulation très-forte; que la coupelle eſt ſi ardente, qu'on ne peut diſtinguer les couleurs que la litharge lui donne en la pénétrant; enfin lorſque la fumée qui s'élève au-deſſus de l'eſſai, va juſqu'à la voûte de la mouffle, ou que l'on ne l'aperçoit point du tout; ce qui arrive, non parce qu'il n'y en a plus alors, mais parce qu'elle eſt ſi rouge & ſi ardente, ainſi que tout l'intérieur de la mouffle, qu'on ne peut la diſtinguer. On doit diminuer dans ce cas le feu, en fermant le cendrier: quelques eſſayeurs mettent même au-

ſe fonde promptement, & même que la chaux qui ſe forme à ſa ſurface auſſi-tôt qu'il eſt fondu, ſe fonde elle-même, & ſe convertiſſe en litharge, attendu que cette chaux, étant beaucoup moins fuſible que le plomb, deviendroit fort difficile à fondre, ſi elle s'amaſſoit en une certaine quantité.

Lorſqu'on a mis l'argent dans le plomb découvert, il faut *donner encore plus chaud*, non ſeulement parce que cet argent refroidit beaucoup, mais encore parce qu'il eſt moins fuſible que le plomb; & comme on doit produire tous ces effets le plus promptement qu'il eſt poſſible, on eſt dans le cas de donner plus de chaleur qu'il n'en faut; & c'eſt par cette raiſon que lorſque l'argent eſt entré dans le plomb, *on donne froid*, pour remettre les eſſais au degré de chaleur convenable.

Pendant toute cette opération, la chaleur doit aller toujours en augmentant par degrés juſqu'à la fin, tant parce que le mélange métallique devient d'autant moins fuſible, que la quantité de plomb diminue davantage, que parce que plus la portion d'argent devient grande par rapport à celle du plomb,

d'argent : tel eſt, à ce qu'on aſſure, celui de *Willach*, en *Carinthie*, qui eſt recherché par les eſſayeurs, à cauſe de cela.

On remarquera en ſecond lieu, qu'il paſſe toujours une certaine quantité de fin dans les coupelles, ainſi qu'on l'a obſervé depuis long-temps dans les affinages en grand ; & que la même choſe a lieu dans les eſſais ou épreuves en petit ; que cette quantité peut varier, ſuivant la nature & la forme des coupelles ; objets qui ont été déterminés avec la plus grande préciſion dans le travail des trois Commiſſaires que j'ai cités, & que M. Tillet a ſuivi encore depuis avec une exactitude ſcrupuleuſe, comme on peut le voir dans les Mémoires de l'Académie, années 1763 & 1769 (1).

Lorſque l'argent contient de l'or, on fait enſuite le départ du bouton de fin qu'on a obtenu. Départ du bouton de fin.

(1) Cette obſervation fait aſſez ſentir qu'on ne doit pas jeter les coupelles qui ont ſervi à cette opération. Selon l'expérience faite par M. Sage, cent livres de cendrée ou caſſe de coupelles, donnent quarante-ſept livres de plomb, qui produit deux onces trois gros ſoixante & un grains d'argent au quintal.

Tels ſont en général les avantages que procure le plomb dans la coupellation.

A meſure que le plomb ſe ſcorifie, & ſcorifie auſſi avec lui les métaux imparfaits, il ſe ſépare de la maſſe métallique, avec laquelle il ne peut plus reſter uni; il vient nager à la ſurface, parce qu'ayant perdu une partie de ſon phlogiſtique, il a perdu auſſi une partie de ſa peſanteur métallique; & enfin il s'y vitrifie.

Ces matières vitrifiées & fondues s'accumuleroient de plus en plus à la ſurface du métal, à meſure que l'opération avanceroit, garantiroient par conſéquent cette ſurface du contact de l'air, abſolument néceſſaire pour la ſcorification du reſte, & arrêteroient ainſi l'opération, qui ne finiroit jamais, ſi l'on n'avoit trouvé le moyen de leur donner un écoulement par la nature même du vaiſſeau dans lequel la maſſe métallique eſt contenue, & qui, étant poreux, abſorbe & imbibe la matière ſcorifiée, à meſure qu'elle ſe forme.

A l'égard du fourneau, il doit être en forme de voûte, afin que la chaleur ſe porte ſur la ſurface du métal pendant le temps de l'eſſai.

Il ſe forme perpétuellement à la ſurface

l'opération du départ, ſoit en ſoumettant le bouton au départ inverſe, ſoit en l'inquartant & le traitant par le départ ordinaire.

Ainſi, l'eſſai du titre de l'or & de celui de l'argent, ſe fait par deux opérations, dont la première eſt la coupellation, qui leur enlève tout ce qu'ils contiennent de métaux imparfaits; & la ſeconde, le départ, qui les ſépare l'un de l'autre.

Lorſque l'or & l'argent ſont alliés au fer, l'affinage par le plomb ſeul ne peut les en débarraſſer complètement. La raiſon en eſt, que le fer, comme je l'ai dit, ne peut contracter avec le plomb aucune union. On doit alors lui ſubſtituer le biſmuth, ou traiter cet alliage par le départ ſec. Affinage de l'argent allié au fer.

C'eſt la propriété du biſmuth, de s'allier avec le fer, tandis que le plomb ne peut s'unir à ce métal, qui le met en état de ſéparer ces deux métaux par la coupelle, beaucoup mieux que ne le fait ce dernier. Cet avantage du biſmuth ſur le plomb, joint à celui qu'il a de ne point contenir de cuivre, devroient, ce me ſemble, lui obtenir la préférence ſur ce métal. Il eſt, à la vérité, d'un prix plus haut; mais qu'eſt-ce que cet inconvénient, lorſ-

cette portion de cuivre étoit due au plomb qui avoit servi à cette opération. Pour cela, il a traité par la coupelle de l'argent revivifié de la lune cornée, absolument exempt de cuivre; & cet argent, après l'opération, s'est trouvé contenir du cuivre.

La coupellation ne peut donc servir à purifier l'argent: si on veut avoir ce métal absolument & scrupuleusement exempt de tout alliage, il faut nécessairement alors, ou le convertir en lune cornée, & le réduire ensuite, ou le minéraliser par le soufre, comme on le fait dans l'opération du départ sec, & le revivifier par la combustion de ce minéral.

Moyen d'obtenir l'argent absolument pur.

Des moyens de séparer l'étain allié à l'argent.

Nous venons de voir que le plomb ne débarrasse qu'imparfaitement l'argent du fer qui lui est allié, par la raison que le fer & le plomb ne peuvent contracter entre eux aucune sorte d'union; mais nous avons observé en même temps que le bismuth peut remplacer le plomb avec avantage: & en effet, si l'on coupelle par le bismuth un alliage d'argent & de fer, la scorification de ce der-

» dit M. Bayen, ſoixante-douze grains de pour ſéparer l'argent de l'or.
» l'alliage en queſtion (on aſſuroit que l'étain étoit allié à un quart d'argent fin),
» laminés & coupés en fils très-déliés, ſur
» leſquels il a été verſé deux gros & demi
» d'acide marin & un demi gros d'eau diſ-
» tillée; le tout a été poſé ſur le ſable chaud,
» & en moins de vingt heures le diſſolvant
» ne nous paroiſſant plus avoir d'action ſur
» une portion de poudre qui étoit au fond
» du matras, nous procédâmes, avec les pré-
» cautions requiſes, à la ſéparer de la li-
» queur, à la bien édulcorer & ſécher. Cette
» poudre parut alors avec la couleur propre
» à l'argent; ſon poids étoit de dix-neuf
» grains.

» D'un autre côté, nous avions également
» chargé un matras d'un gros de cet alliage
» coupé en petits fils, de deux gros & demi
» du même acide & demi-gros d'eau diſtillée,
» & le tout avoit été laiſſé à la température
» de l'atmoſphère : vers le huitième jour,
» n'apercevant plus de bulles en agitant
» le matras, la poudre qui avoit réſiſté à
» l'action du diſſolvant, fut ſéparée, édul-
» corée, & ſéchée: elle avoit également la

Ce procédé, fondé ſur une heureuſe application de la propriété qu'a l'acide marin de diſſoudre l'étain & de ne point attaquer l'argent en maſſe, fournit à l'Orfévrerie un nouveau départ, au moyen duquel il devient auſſi facile de ſéparer l'argent de l'étain, qu'il l'eſt de le ſéparer de l'or.

SECTION IV.

De l'amalgame de l'argent.

Il en eſt de l'argent comme de l'or, relativement à ſon amalgame avec le mercure. La manière de l'opérer, ainſi que ſes propriétés & uſages, ſont abſolument les mêmes; pourquoi je renvoye, pour ce qui les concerne, à la quatrième ſection du chapitre précédent, qui traite ſpécialement de l'amalgame de l'or, où on trouvera tous les détails néceſſaires ſur cette matière.

des ſauſſes ſur-tout dans leſquelles la graiſſe abonde, elle en extrait un vert-de-gris qui leur communique la qualité vénéneuſe qu'on connoît à cette ſubſtance. On peut s'aſſurer de cet effet des corps gras ſur le cuivre, quoique recouvert par une grande quantité d'argent, comme il l'eſt dans l'argent au titre, en laiſſant ſéjourner une fourchette de ce métal dans de l'huile, dans une ſalade, par exemple, du ſoir au matin, on l'en retirera toute verte, toute couverte de vert-de-gris. Cette obſervation, connue de tous les Chimiſtes & de beaucoup de perſonnes, prouve qu'on ne doit jamais rien laiſſer ſéjourner de liquide, & ſur-tout de gras, dans l'argent.

Il ſeroit donc à déſirer que maintenant qu'on peut reconnoître, par des moyens très-ſimples, l'alliage de la plus petite quantité de platine avec l'or, & qu'on ne peut par conſéquent plus en abuſer pour falſifier ce métal; il ſeroit, dis-je, à déſirer que le Miniſtère Eſpagnol permît l'introduction de la platine. Sans doute, au point où eſt portée aujourd'hui la Chimie, on ne tarderoit point à trouver les moyens d'en tirer un parti avantageux (1).

(1) Voyez la note (1), page 188.

auſſi l'argent eſt minéraliſé par l'acide marin.

Il y a, outre cela, pluſieurs minéraux auxquels on donne communément le nom de mines d'argent; pluſieurs mines de plomb, de cuivre, de cobalt, ſont très-riches en argent; mais comme elles contiennent beaucoup plus d'autres métaux que d'argent, ce ne ſont que des mines impropres de ce métal; on doit les nommer, ainſi que l'ont propoſé pluſieurs Chimiſtes, mines tenant argent: ainſi, on doit dire, par exemple, mine de plomb tenant argent, mine de cuivre tenant argent, & ainſi des autres: le nom de mine d'argent doit être réſervé à celles dans leſquelles ce métal eſt en beaucoup plus grande quantité qu'aucun autre.

Les mines d'argent les plus riches ſont celles de l'*Amérique Eſpagnole*, entre autres celles de la province du *Potozi au Pérou*; l'*Allemagne* en produit beaucoup, ſur-tout au *Hartz* & à *Sainte-Marie aux-Mines*. La France en offre auſſi d'aſſez abondantes. Enfin il y a des mines d'argent dans les quatre parties du monde.

L'argent ſe trouve dans les fleuves, comme nous avons vu qu'on y trouve l'or.

Ce ſont ces opérations, & principalement la dernière, qui fourniſſent la litharge qui eſt dans le commerce.

On ſent, d'après ce qui a été dit ſur la lune cornée, que les mines d'argent cornées doivent être traitées par la fuſion avec l'alkali fixe, avant d'en affiner l'argent par le plomb.

A l'égard de l'argent natif, on traite cette eſpèce de mine comme celles d'or, par l'amalgame avec le mercure, après les avoir bocardées & lavées de même, pour enlever la majeure partie des terres & pierres auxquelles l'argent adhère.

Je ne parlerai pas de la manière de retirer, par l'opération ingénieuſe du reſſuage, l'argent que contiennent en aſſez grande quantité pluſieurs mines de cuivre, ni de pluſieurs autres procédés également intéreſſans qu'on met en pratique dans le travail des mines d'argent : toutes ces choſes ſont étrangères à mon ſujet. Il me ſuffit d'avoir donné une idée général des formes ſous leſquelles la nature nous préſente l'or & l'argent, & des manipulations qu'on emploie pour retirer de leurs mines ces métaux & les obtenir purs.

Cette manière de dorer l'argent démontre que l'or a une grande affinité avec ce métal, une grande tendance à s'allier avec lui, puiſque le ſeul frottement ſuffit pour le faire adhérer à ſa ſurface. Cette dorure eſt très-facile, & n'emploie qu'une quantité d'or infiniment petite; mais elle n'eſt & ne ſauroit être bien ſolide; elle cède en peu de temps au frottement : auſſi elle ne ſert que pour dorer l'intérieur des tabatières & les bijoux qui ſont de peu de valeur, ou qu'il n'eſt pas poſſible d'expoſer à l'action du feu. Cette dorure porte le nom de *dorure à l'or en poudre.* Remarques.

La ſeconde manière d'appliquer l'or à la ſurface de l'argent n'eſt pas ſi ſimple, mais eſt infiniment plus ſolide que la première; elle eſt connue, dans l'Orfévrerie, ſous le nom de *dorure en or moulu.* Dorure en or moulu.

Pour dorer en or moulu, on enduit la ſurface de l'argent d'amalgame d'or; on le chauffe enſuite aſſez pour faire évaporer tout le mercure : il ne s'agit plus après que de polir l'or, en le bruniſſant avec la pierre ſanguine.

Il n'y a point, dans cette dorure, ſimple application des particules d'or à la ſurface de l'argent, ſimple adhérence par le contact,

dans la dorure en or moulu, & prouve démonſtrativement ce que j'ai avancé, qu'elle ne ſe fait point par une ſimple application des particules de l'or à la ſurface de l'argent, par ſimple adhérence de contact; mais qu'il y a une vraie pénétration des molécules de l'or dans les pores de l'argent.

Conſidérons maintenant ce qui ſe paſſe dans le procédé de la dorure en or moulu, & voyons ſi tout ce qui vient d'être détaillé peut y être appliqué, nous en donner une théorie exacte, & en expliquer tous les phénomènes.

Lorſqu'on veut dorer une pièce d'argent, on commence par la chauffer juſqu'à ce qu'en y jetant une goutte d'eau, elle entre auſſi-tôt en ébullition; on prend alors un morceau d'amalgame d'or, qu'on y étend avec un chiffon ou un morceau de filaſſe; on remet la pièce ſur le feu, & on la tourne en tous ſens, pour l'échauffer par-tout également; on y applique ainſi ſucceſſivement pluſieurs couches d'amalgame, juſqu'à ce qu'on y ait fait entrer tout l'or qu'on déſire: lorſqu'on aperçoit quelques inégalités, quelques endroits où l'amalgame eſt en plus grande quantité que dans les autres, on l'étend, en ſe ſervant Procédé.

peuvent contracter d'union qu'entre eux : or la plus petite parcelle d'une ſubſtance non métallique ſuffit pour empêcher le contact, & conſéquemment l'union de l'or avec l'argent.

SECTION VIII.

Des moyens d'enlever l'or de deſſus les ouvrages dorés.

Les moyens d'enlever l'or de la ſurface de l'argent, ſe réduiſent à trois principaux.

Le premier conſiſte à gratter ou limer aſſez profondément, comme on vient de le dire, la ſurface des pièces dorées ; mais ce moyen eſt fort long, & ſouvent impraticable, à cauſe des formes, & ſur-tout des ciſelures, qui ne permettent ſouvent pas à l'outil d'agir ſur la partie dorée.

Le ſecond eſt le départ : mais cette méthode a l'inconvénient, vu la petite proportion de l'or, relativement à celle de l'argent, d'être fort diſpendieuſe, à raiſon de la grande quantité d'eau-forte dont elle néceſſite l'emploi. Ces conſidérations m'ont fait chercher un moyen moins coûteux & plus facile de dédorer l'argent, & j'ai découvert le ſuivant.

que les acides qui compoſent l'eau régale ſoient médiocrement forts; & l'opération ſe fait parfaitement ſans le ſecours de la chaleur.

Lorſque j'ai mis ce procédé en uſage, je n'avois nulle connoiſſance de celui que donne M. Lewis, page 324 du premier volume de ſes expériences phyſiques & chimiques: ce dernier diffère du mien, en ce qu'il recommande de mettre l'argent doré dans l'eau régale ordinaire, ſi chaude, qu'elle ſoit prête à bouillir, & de retourner fréquemment le métal juſqu'à ce qu'il ſoit devenu noir partout. Je puis aſſurer qu'en employant l'eau régale que j'ai preſcrite, l'opération réuſſit parfaitement à froid.

Il y a encore quelques procédés pour dédorer l'argent, mais dont on a abandonné l'uſage, à cauſe des avantages que préſentent les trois que je viens de décrire, pourquoi je ne devrois peut-être point en parler; cependant je crois ne pouvoir me diſpenſer de rapporter les deux ſuivans.

On étend ſur l'argent doré un peu de ſel ammoniac en poudre, humecté avec de l'eau-forte, dans la conſiſtance d'une pâte, & on chauffe la pièce juſqu'à ce que la matière fume & devienne à peu près ſèche:

d'Orfévrerie, ſans être obligés de les déformer.

Vernis de couleur d'or.

Je me tairai ſur les moyens qu'on emploie pour donner, par des vernis, la couleur de l'or à l'argent, au cuivre, à l'étain, &c. Tous ces objets n'entrent pas dans le plan de mon ouvrage.

SECTION IX.

Des moyens en uſage pour mettre l'or en couleur.

Comme on ne peut employer à la dorure que l'or vierge, qui eſt plus pâle que ce métal allié de cuivre, on a cherché à en rehauſſer la couleur, & on y eſt parvenu en le chauffant avec des cires ou cémens, & le lavant dans des liqueurs chaudes, que les Orfévres appellent *ſauſſes*, & que chacun d'eux compoſe à ſa manière. Ces cires & *ſauſſes* ſont des mélanges de terres bolaires, pour l'ordinaire de ſel marin, d'alun, & de pluſieurs autres ſels, enfin de vert-de-gris. C'eſt à la revivification du cuivre de ce dernier ingrédient que ces ſauſſes doivent leur pro-

Prenez cendres gravelées, deux onces,
soufre, ... deux onces,
sel marin, ... quatre onces.

Jetez toutes ces drogues dans environ une pinte d'eau, qui vous servira au besoin, en la faisant chauffer à chaque fois.

SECTION X.

Des divers procédés en usage pour nettoyer l'argent, & particulièrement du blanchiment.

Lorsque la surface de l'argent n'est ternie que par la poussière & les différens corps que charie perpétuellement l'air atmosphérique, un peu de blanc d'Espagne délayé suffit pour rétablir son premier éclat.

Si elle est salie par quelque corps gras, un peu d'eau de savon la nettoie plus efficacement & plus promptement que le blanc d'Espagne, quoiqu'avec le temps on parvienne cependant à la décaper parfaitement avec cette matière.

Mais quand elle est noircie par le phlogistique, soit qu'il ait été mis en contact avec elle, soit qu'elle ait été exposée à ses exhalaisons ; alors il est difficile de la nettoyer par ces moyens, sur-tout si, étant chargée de

à la ſurface de ce qui reſte dans la paſſoire, afin d'enlever, autant qu'il eſt poſſible, les morceaux de fil de fer qui ſont mêlés avec la petite grenaille; enfin on renverſe cette dernière ſur une table, & on la ſépare à la main des pierres & autres corps étrangers avec leſquels elle eſt mêlée, & qu'on réſerve pour les paſſer au moulin, afin d'en retirer tout ce qui a échappé au triage. On continue les mêmes manœuvres ſur le reſte de la cendre, juſqu'à qu'elle ait toute ſubi cette opération.

Pendant ce temps, un ouvrier eſt occupé à piler tous les creuſets, afin d'en détacher, par cette manœuvre, les grenailles qui y adhèrent; on paſſe enſuite cette poudre de la même manière qu'on a paſſé la cendre; on ſépare de même la groſſe grenaille & le fer; on renverſe le réſidu dans un vieux tonneau, pour le repiler de nouveau, après qu'on aura amené le tout au même point; & on continue ces manipulations juſqu'à ce qu'on ait fait paſſer la totalité par la paſſoire.

On laiſſe, après cela, bien raſſeoir toute la poudre au fond du baquet, & on décante l'eau qui la recouvre, tenant le baquet incliné, afin que le marc s'égoutte.

la différence qu'on vide ce dernier d'heure en heure.

Cette opération finie, on incline doucement & par degrés la cuve du moulin, pour épuiſer, autant qu'il eſt poſſible, l'eau par décantation ; on la renverſe enfin au-deſſus d'une terrine, dans laquelle on reçoit l'amalgame qui s'eſt formé pendant l'opération ; on y jette de l'eau à pluſieurs repriſes, pour faire deſcendre tout l'amalgame ; & on lave ce dernier à grande eau, pour le débarraſſer des graviers qui le ſurnagent. C'eſt ce qu'on appelle, en termes de lavure, *lever le moulin.*

Lorſque l'amalgame a été bien lavé, on le verſe dans une peau de chamois qu'on a miſe ſur une terrine ; on ferme la peau, & on y fait une forte ligature au-deſſus de la matière ; on preſſe alors fortement avec les mains, pour faire paſſer à travers cette peau le mercure excédant ; on diviſe enſuite en pelotes ou en cubes la pâte qui reſte dans le chamois, & on l'expoſe à l'air pour la faire ſécher.

On met enfin cet amalgame dans une cornue de grès, qu'on place dans un fourneau de réverbère ; on adapte une alonge au col de la cornue, & un ballon à demi

nailles qu'on a triées, dans un creuſet, avec du nitre, de la potaſſe, ou de la cendre gravelée; on procède à l'affinage avec les précautions que j'ai recommandées en décrivant celui de l'argent par le nitre; & lorſque l'opération a été bien conduite, on trouve ſous les ſcories un culot d'or & d'argent très-pur, qu'il ne s'agit plus de ſéparer l'un de l'autre par l'eau-forte.

Cette grande opération, au moyen de laquelle les Orfévres retrouvent la majeure partie de l'argent qui ſe perd dans leur travail, eſt une imitation, comme on le voit, de celle par laquelle on retire ce métal de ſes mines : c'eſt préciſément le même travail en petit. Remarque

Comme tous les procédés qu'on y emploie, ont chacun reçu leur explication dans le cours de ce Traité, il ne me reſte à faire que quelques obſervations.

Le ſuccès de la lavure, & le moyen d'en obtenir le plus grand produit poſſible, conſiſtent principalement,

1°. A incinérer abſolument les petits charbons qui ſe trouvent parmi la cendre, attendu que, par les accidens qui arrivent aſſez fréquemment aux creuſets, il n'eſt pas rare de

4°. Le mercure qui paſſe à travers le chamois, contient une certaine quantité d'argent; il en eſt ſaturé : on pourroit donc s'éviter de preſſer l'amalgame, & l'introduire dans la cornue, tel qu'il ſort du moulin. On doit au moins le réſerver uniquement pour la lavure, & ſur-tout ne l'employer jamais à la dorure; car l'argent qu'il allieroit à l'or, altéreroit la pureté & la couleur de ce métal. Celui même qu'on retire par la diſtillation de l'amalgame n'eſt pas abſolument exempt du mélange de l'argent; il en entraîne un peu avec lui : je me ſuis aſſuré de ce fait en en faiſant évaporer ſur une plaque de fer bien polie; il y a laiſſé une petite tache argentée.

5°. Le mercure qui a ſervi à la lavure, eſt plus propre à ce travail qu'aucun autre. Les Orfévres qui travaillent avec ſoin, le ſavent bien; ils ont remarqué qu'ils retiroient conſtamment plus d'argent de leur moulin, lorſqu'ils y avoient mis du mercure qui avoit déjà ſervi à la lavure, que lorſqu'ils en avoient employé de nouveau.

Ceci tient à un grand principe de Chimie, le principe des levains, principe conteſté

d'incinérer la poudre charbonneuſe qu'ils contiennent.

Après cette opération, on les réduit en poudre, & on travaille à en retirer l'argent par un des deux procédés ſuivans.

Le premier conſiſte à les traiter au moulin par l'amalgame, de même que les graviers de la lavure, avec cette différence qu'on mêle à l'eau une aſſez grande quantité de bon vinaigre, & qu'au lieu de vider le moulin de deux en deux heures, on ne le renouvelle que toutes les quatre, & même toutes les ſix heures. 1er. procédé.

Ce procédé eſt aſſez bon; cependant, à raiſon de la grande diviſion de l'argent, il s'en faut de beaucoup qu'on en obtienne tout ce qu'en contient le poncé. Cette conſidération, jointe à ſa longueur, ont fait donner, par la plupart des Orfévres, la préférence au ſuivant. Remarques.

On mêle le poncé pulvériſé avec les deux tiers de ſon poids de cendres gravelées; on met ce mélange dans un creuſet que l'on place dans le fourneau de fuſion; on pouſſe à la fonte, & on tient les matières fondues pendant une bonne heure, afin de donner à 2e. procédé.

l'objet des expériences docimaſtiques que j'ai décrites, les précautions que j'ai indiquées pour en obtenir des réſultats certains & invariables, enfin la maſſe d'obſervations que j'ai raſſemblées, forment, je crois, le Traité le plus complet qui exiſte en ce genre. Mon but, en le compoſant, a été, comme je l'ai annoncé, de préſenter aux Orfévres, & à tous ceux qui travaillent l'or & l'argent, un précis de connoiſſances chimiques qui pût les éclairer dans les opérations qu'ils font journellement ſur ces métaux précieux, & leur faire éviter les fautes qu'une pratique aveugle leur fait commettre, à leur grand préjudice. Je n'ai rien négligé pour mettre de la clarté dans l'expoſition des procédés & dans leur explication ; j'ai parlé, autant que je l'ai pu, le langage commun, écartant les termes de l'Art toutes les fois qu'il a été en mon pouvoir de le faire. Il ne me reſte plus qu'à rapprocher en une eſpèce de tableau les principaux objets qui ont fait la matière de ce Traité élémentaire : ce réſumé, en même temps qu'il rendra leurs propriétés plus ſenſibles, par la facilité de les comparer d'un coup-d'œil, me fournira

L'eau régale, ou le mélange des acides marin & nitreux, diſſout l'or ; ce métal eſt ſéparé ou précipité de ſon diſſolvant par toutes les ſubſtances ſalines alkalines ; mais lorſqu'on le précipite par l'alkali volatil, il acquiert une propriété fulminante plus terrible que celle d'aucun autre compoſé connu. Tous les métaux ſolubles dans l'eau régale enlèvent auſſi l'or à ce menſtrue : le cuivre eſt le métal qu'on préfère pour opérer cette ſéparation. Quelques artiſtes ſe ſervent de la même propriété dont jouit le fer, pour dorer ce dernier métal ; ils ne font, pour cela, que plonger dans la diſſolution d'or étendue de beaucoup d'eau, la pièce de fer qu'ils veulent dorer, la retirent ſur le champ, la jettent dans un vaſe rempli d'eau claire, pour la laver, & la bruniſſent. Moyen de dorer le fer.

Enfin l'extrême ductilité de l'or effraye l'imagination. Qui peut voir de ſang froid une once d'or recouvrir un fil d'argent de plus de quatre cents lieues ?

L'argent eſt auſſi fixe, auſſi indeſtructible que l'or par l'action combinée de l'air & de l'eau, par celle du feu : s'il cède à un plus grand nombre de diſſolvans, il ſort intact,

quer à nos alimens aucune qualité vénéneuſe, aucun goût, aucune couleur, ſi long-temps que nous les y laiſſions ſéjourner; nous ne pourrons que regretter de ne pouvoir les remplacer dans nos cuiſines par nulle autre ſubſtance métallique. Une caſſerole d'argent pur ou allié d'or ſeroit abſolument exempte de tout danger, garantiroit des accidens ſi fréquens, attachés à l'uſage du cuivre, & dont l'argent ordinaire de vaiſſelle ne met pas parfaitement à l'abri, lors au moins qu'on y laiſſe ſéjourner des ſauſſes chargées de graiſſe; ce qui n'arrive que trop ſouvent, & d'autant plus qu'on eſt perſuadé qu'on ne court aucun riſque; ce qui ſeroit vrai ſi l'argent étoit pur; mais qui ne l'eſt pas dans l'eſpèce.

Mais l'argent pur eſt trop mou pour qu'on puiſſe le travailler, & en former des vaiſſeaux qui aient la roideur néceſſaire pour conſerver leur forme; & l'or, trop rare & trop cher, ne peut lui être allié pour cet uſage. Nous ne pouvons donc que former des vœux pour que les Chimiſtes découvrent quelque alliage métallique, capable de remplacer l'argent dans les cuiſines, ou qu'ils

noître ces mêmes propriétés & en tirer parti ? Quelle dextérité, quelle patience dans l'ouvrier d'Auſbourg, qui d'un ſeul grain d'or a ſu tirer un fil de cinq cents pieds ! mais quelle aſſiduité au travail, quelle imagination pour la recherche des procedés, quelle ſagacité pour leur explication, dans les Chimiſtes qui nous ont tranſmis les diverſes opérations ſans leſquelles nous ne pourrions nous procurer ces métaux exempts du mélange des autres ſubſtances metalliques, les ſéparer des ſubſtances minérales avec leſquelles nous les trouvons naturellement alliés, les retrouver dans les cendres & balayures des ateliers, & enfin, de quelque manière qu'ils ſe trouvent alliés ou confondus avec d'autres matières, les faire reparoître pourvus de toutes leurs propriétés !

J'eſpère que la lecture de cet Ouvrage ſuffira pour convaincre les Orfévres & tous ceux qui travaillent l'or & l'argent, de l'utilité de la Chimie pour les diriger dans leurs opérations ; & je me croirai heureux, ſi j'ai pu leur en rendre la théorie ſenſible : c'eſt au moins l'unique but que je me ſuis propoſé dans la rédaction de ce Traité.

541.3
B499
BRANL

DATE DUE			

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA 94305-6004

Lockheed
Stack